

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GISELE YUMI ARABORI RIBEIRO

ESTUDO PARA A APLICAÇÃO DO CÓDIGO “SEE COLOR” EM IMAGENS

CURITIBA
2019

GISELE YUMI ARABORI RIBEIRO

ESTUDO PARA A APLICAÇÃO DO CÓDIGO “SEE COLOR” EM IMAGENS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Design, Setor de Artes, comunicação e Design, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção de título de mestre em Design.

Orientadora: da Profª Dra. Maria Lucia L. R. Okimoto

Coorientadora: da Profª Dra Kelli C. A. S. Smythe

CURITIBA
2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR –
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS HUMANAS COM OS DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Fernanda Emanoéla Nogueira – CRB 9/1607

Ribeiro, Gisele Yumi Arabori
Aplicação do código *see color* em imagens : um estudo de caso. / Gisele
Yumi Arabori Ribeiro. – Curitiba, 2019.

Dissertação (Mestrado em Design) – Setor de Artes, Comunicação e
Design da Universidade Federal do Paraná.
Orientadora : Profª. Drª. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

1. Design centrado no usuário. 2. Acessibilidade. 3. Simbolismo das
cores. 4. Deficientes visuais. 5. Percepção tátil. I. Título.

CDD – 745.2



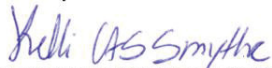
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE ARTES COMUNICAÇÃO E DESIGN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DESIGN -
40001016053P0

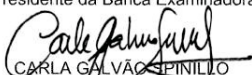
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESIGN da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **GISELE YUMI ARABORI RIBEIRO**, intitulada: **ESTUDO PARA A APLICAÇÃO DO CÓDIGO DE CORES "SEE COLOR" EM IMAGENS**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 25 de Março de 2019.


KELLI CRISTINE ASSIS DA SILVA SMYTHE
Presidente da Banca Examinadora


CARLA GALVÃO SPINILLO
Avaliador Interno (UFPR)


GISELE SCHMIDT ALVES DIAZ MERINO
Avaliador Externo (UFSC)

Agradecimentos

Agradeço ao plano da causalidade que me permite estar vivendo para digitar essas palavras para que outros as leiam, a você que está as lendo agora nesse instante essas palavras, a todos os amigos que fiz ao longo dessa jornada do mestrado, as minhas orientadoras, a todos os mestres, professores, colegas e a minha família que me deu uma vida humana preciosa me possibilitando poder ser grata por tudo isso nesse instante.

Om Mani Padme Hum

RESUMO

Considerando a importância das cores para o dia a dia, seja para a orientação, atividades educativas, de lazer, entre outras, percebe-se a ausência de tecnologias assistivas que auxiliem a identificação de cores para pessoas com deficiência visual. Assim, esse estudo investiga a aplicação de um código de cores tátil por meio da criação de representações táteis e suas possíveis aplicações com a implementação do código de cores tátil *see color*. Para tanto foi desenvolvido uma revisão de bibliográfica narrativa seguida de um estudo de caso onde foram identificados processos gráficos de impressão tátil. Na sequência foram desenvolvidos protótipos para realização de testes de usabilidade da aplicação do código *see color* em imagens táteis. Os dados obtidos foram analisados de forma qualitativa, em cada uma das etapas desenvolvidas. Nos resultados apresentados foram identificados os processos de impressão mais apropriados para a utilização do código de cores, bem como recomendações de aplicação para o desenvolvimento de imagens com a utilização do *see color*. Conclui-se a viabilidade de aplicação do *see color* em imagens táteis, considerando a abordagem do design centrado no usuário em todas as etapas. Isso possibilitou a efetiva avaliação do código *see color*, confirmando a necessidade do uso dessa tecnologia assistiva na vida diária de pessoas com deficiência visual.

Palavras-chave: Acessibilidade, código *see color*, imagem tátil, tecnologia assistiva, design inclusivo.

ABSTRACT

Considering the importance of colors for day-to-day, whether for orientation, educational activities, leisure, among others, we can see the absence of assistive technologies that help the identification of colors for people with visual impairment. Thus, this study investigates the application of a tactile color code through the creation of tactile representations and their possible applications with the implementation of tactile color code see color. For this, a narrative bibliographical review was developed, followed by a case study where tactile printing graphic processes were identified. Subsequently, prototypes were developed to perform usability tests of the application of the see color code on tactile images. The data obtained were analyzed in a qualitative way, in each of the stages developed. In the presented results, the most appropriate printing processes were identified for the use of color coding, as well as application recommendations for the development of images using color see. The feasibility of seeing color in tactile images is concluded, considering the variations of the application of the user-centered design in all the stages, allowing the effective evaluation of the color code, confirming the need for people with visual impairment to use this assistive technology in your daily life.

Key words: Accessibility, see color code, tactile image, assistive technologie, inclusive design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Infográfico graus da cegueira.....	24
Figura 2: Célula Braille [3 x 2].....	31
Figura 3: Representação tátil com ser humano como medida.....	39
Figura 4: Diretrizes para a criação de imagens táteis.....	40
Figura 5: Código de cores proposto por Monroy.....	42
Figura 6: Código de cores proposto por Santos.....	43
Figura 7: Código de cores proposto por Pires.....	44
Figura 8: Diagrama de cores complementares.....	45
Figura 9: Código See Color.....	46
Figura 10: Representação gráfica da visão do método.....	48
Figura 11: Processo de planejamento da coleta de dados.....	50
Figura 12 : Principais instrumentos de coleta de evidências.....	51
Figura 13: Passos do GODP.....	57
Figura 14 : Teste com linha finas.....	62
Figura 15: Teste com linha grossas.....	63
Figura 16: Obra Alfredo Volpi versão tátil da autora.....	65
Figura 17: Obras Abaporu versão tátil adaptada.....	66
Figura 18: cores escritas em tipografia, braille, see color.....	70
Figura 19: reglete e punção.....	71
Figura 20: Material didático do código “See Color”.....	73
Figura 21: Foto da exposição De Fotografia á Tactography.....	76
Figura 22: Catálogo do futebol.....	77
Figura 23: Foto de exposição Além do Visível.....	78
Figura 24: Foto da exposição “te empresto meus olhos”.....	79
Figura 25: Impressão por termo colagem.....	81
Figura 26: Impressora fusora.....	82
Figura 27: Fotos de Estudo Tátil Braille.....	84
Figura 28: Aplicação de tinta acrílica e puff em canvas, Mondrian.....	85

Figura 29: Teste preliminar de aplicação em imagem.....	86
Figura 30 : Figuras para teste de usabilidade.....	88
Figura 31: Gráficos referentes a entrevista.....	89
Figura 32: Gráficos do testes de usabilidade 1.....	89
Figura 33: Gráficos referentes a entrevista.....	91
Figura 34: Escolaridade dos entrevistados.....	92
Figura 35: gráficos sobre Imagem “Sem Título” do artista Volpi.....	93
Figura 36: gráficos sobre Imagem Abaporu da artista Tarsila do Amaral.....	94
Figura 37: Obra tátil de Volpi.....	97
Figura 38: Abaporu versao tátil.....	98
Figura 39: Síntese da recomendação de aplicação.....	102
Figura 40 : Dimensões do ponto braille.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Revisão Bibliográfica Narrativa do repositório BDTD.....	20
Tabela 2: Revisão Bibliográfica Narrativa Scielo e Capes.....	21
Tabela 3: Revisão Bibliográfica Narrativa do repositório RPDTA	22
Tabela 4: Pessoas com deficiência por região.....	23
Tabela 5: projetos 3D pelo mundo.....	35
Tabela 6: descritivo das fases do método.....	52
Tabela 7: avaliação de materiais para prototipar <i>see color</i>	73

LISTA DE SIGLAS

GODP: Guia de orientação de desenvolvimento () ;

LABERG: Laboratório de Ergonomia e Usabilidade

PCDV: Pessoa com deficiência visual

RBN: Revisão Bibliográfica Narrativa

RPDTA: Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	15
1.3 PERGUNTA DE PESQUISA.....	15
1.4 OBJETIVOS.....	15
1.4.1 Objetivo geral da Pesquisa.....	15
1.4.2 Objetivo Específico.....	16
1.5.JUSTIFICATIVA.....	16
1.6 DESCRIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	18
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
A DEFICIÊNCIA VISUAL	23
2.2 DESIGN INCLUSIVO.....	25
2.3 A PERCEPÇÃO HÁPTICA	27
2.3.1 O método braille.....	30
2.3.2 Tecnologia assistiva aplicada as Imagens Táteis.....	32
2.4 CARACTERÍSTICAS DAS IMAGENS HÁPTICAS.....	35
2.5 PANORAMA DE CÓDIGOS TÁTEIS DE CORES.....	41
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	48
3.1 ETAPA 1 – CONSCIENTIZAÇÃO.....	53
3.1.1 Entrevista informal com autores do código.....	53
3.1.2 Treinamento para uso do código see color.....	53
3.1.3 Workshop de escrita braille.....	54
3.2 ETAPA 2 - ESTUDO DOS PROCESSOS.....	54
3.3 ETAPA 3 - DEFINIÇÃO DE IMAGENS.....	56
3.3.1 Desenvolvimento por meio do GODP.....	56
3.4 ETAPA 4- TESTE DE USABILIDADE 1.....	59
3.4.1 Perfil dos participantes.....	60
3.4.2 Protocolo do teste.....	60
3.5 ETAPA 5 - TESTE DE USABILIDADE 2.....	63
3.5.1 Perfil dos participantes.....	63
3.5.2 Protocolo do teste 2.....	63
4 RESULTADOS.....	68
4.1 RESULTADO ETAPA 1.....	69
4.1.1.Treinamento de escrita braille.....	71
4.1.2 Treinamento do código de cores See Color.....	72
4.2 RESULTADOS DA ETAPA 2.....	74

4.3 RESULTADOS DA ETAPA 3	82
4.4 RESULTADOS DA ETAPA 4.....	88
4.5 RESULTADOS DA ETAPA 5.....	91
5.CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
6.REFERÊNCIAS.....	110
APÊNDICE.....	117

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação se insere no Programa de Pós- Graduação em Design (PPGDesign) na linha de pesquisa de “Sistemas de Produção e Utilização”, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Trata-se de um estudo da aplicação do código de cores tátil *see color*, desenvolvendo uma investigação da aplicação desse código de cores tátil, com registro de marca no INPI (instituto Nacional de Propriedade Industrial denominado *see color*, desenvolvido por pesquisadores e doutores da universidade.

Este projeto do código de cores *see color* foi desenvolvido no grupo de Ergonomia da UFPR para realizar pesquisas relativas à inclusão de pessoas com deficiência visual e motora dentro do grupo da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA). A RPDTA possui ações integradas entre Engenharia Mecânica e Design com o objetivo de fomentar e consolidar a área de Tecnologia Assistiva. Sendo que a presente pesquisa também recebeu apoio da RPDTA, através de bolsa de pós-graduação concedida pela CAPES. Ações de pesquisa em tecnologia assistiva apoiadas pelo MCTI, Ministério da Ciência e Tecnologia tem como objetivo fomentar não só os produtos de tecnologia assistiva mas a formulação de recursos humanos nos centros de pesquisa. Entende-se pelo termo tecnologia assistiva também os seguintes termos: tecnologia assistiva, ajudas técnicas, tecnologia de apoio. Na legislação brasileira ainda é aplicado o termo “ajudas técnicas”, quando trata de garantias ao cidadão brasileiro com deficiência de acesso a recursos destinados a melhorar suas habilidades funcionais. Em agosto de 2007, o COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS (CAT) aprovou o termo Tecnologia Assistiva como sendo o mais adequado e passa a utilizá-lo em toda a documentação legal produzida.

Assim diferentes países do mundo, abarcando o Brasil, estão desenvolvendo diversas soluções em tecnologias assistivas para integrar, incluir, facilitar a vida de pessoas com deficiências, assim como a vida das pessoas próximas, que convivem com estas pessoas (CLARKSON, 2008; DURSIN, 2012)

A qualidade de vida das pessoas com deficiência e a excelência dos serviços e tecnologias voltados para elas adquiriu grande importância em países com desenvolvimento econômico e educacional. Nos últimos anos, tem havido uma escalada de descoberta de novos caminhos para encontrar tecnologias e sistemas de apoio para pessoas com qualquer deficiência, assim sendo, logicamente, com as pessoas que se encontram com deficiência visual.

O esforço para gerar a inclusão e bem estar tem procurado melhorar e facilitar a vida diária das pessoas com deficiência e a de seus cuidadores. Com o intuito de apresentar a cor para deficientes visuais foram realizadas diversas pesquisas de campo e testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual. Pesquisadores como Monroy (2004), Santos (2008) e Pires (2011), desenvolveram codificações por meio da aprendizagem tátil para atender essa lacuna. Porém estes sistemas não suprem a necessidade principalmente devido à longa extensão de símbolos que os sistemas geram, que, embora pequenas dimensões poderiam ser ainda menores a exemplo do Sistema Braille, um sistema que permite a possibilidade de sessenta e quatro combinações, a serem percebidos pela ponta dos dedos.

Segundo Belarmino (2016) a escrita em relevo engloba uma pesquisa de campo de comunicação humana que envolve um modo próprio de interpretação da realidade. Considerando a lacuna existente sobre a aplicação de código de cores táteis em imagens, essa pesquisa foca na importância da representação tátil para a identificação cromática por pessoas com deficiência visual. O código escolhido para o estudo de caso foi o código tátil BR 10 2017 018174 0 registrado pela Universidade Federal do Paraná. com a patente de: Representação tridimensional cromática e sistema de código de cores para pessoas cegas ou com baixa visão no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O código hoje recebe o nome fantasia de código “see color”.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Pessoas portadoras de deficiência visual podem vir a fazer uso diário de uma série de materiais táteis, como mapas, embalagens em escrita braille que geralmente são produtos manufaturados, seja por suas informações estarem representadas em relevo ou por escrita braille. A leitura feita por pontos em relevo, atualmente já é disponíveis em algumas informações de embalagens de medicamentos, cosméticos e alimentos, podendo-se encontrar eventualmente em cartões de visita e em cardápios. Esses itens representam uma parcela significativa do trabalho que hoje denominamos acessibilidade. Segundo Sousa (2014), é tão significativa a revolução que o relevo braille promoveu na vida dos indivíduos cegos criando espécies de caminhos novos para um modo de tocar o conhecimento com as mãos. Entretanto em relação a imagens e cores as soluções ainda precisam ser desenvolvidas e aprimoradas.

Assim como a escrita, as cores são elementos presentes em nossa vida de diversas formas, aparecendo nas roupas, nos ambientes, na alimentação, e em tantos outros objetos sendo também intrínsecos ao universo das artes visuais. Entretanto a pessoa com deficiência visual não tem acesso as informações cromáticas existentes. O presente trabalho estuda as possibilidades de representação de imagens táteis com cor para cegos e a possível identificação de cores dessas imagens por meio de um código tátil. Visando facilitar a inclusão de pessoas com deficiência visual foi acrescentado o elemento do código de cor tátil *see color* para preencher essa lacuna, buscando a inclusão da comunicação da cor.

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O tema de estudo consiste na aplicação do código de cores em imagens gráficas para a leitura tátil de pessoas cegas. Buscando inserir o conceito da cor na imagem tátil para melhoria no campo das imagens táteis para os leitores com deficiência visual especificamente em imagens visuais. A integração do design com a percepção tátil, na tiflografia (impressão em relevo) e com a leitura do sistema braille contribui para uma nova visão sobre as pessoas cegas, promovendo uma reflexão sobre a urgência de experimentos na área para possíveis futuras diretrizes, auxiliando a designer gráfico para desenvolver projetos acessíveis.

1.3 PERGUNTA DE PESQUISA

Como aplicar o código de cores *see color* em imagens táteis possibilitando o reconhecimento da cor na imagem por pessoas com deficiência visual?

1.4 OBJETIVOS

Para investigar o problema delimitado e responder a essa questão, a pesquisa concentrou-se num objetivo geral e em três objetivos específicos, apresentados a seguir.

1.4.1 Objetivo geral da Pesquisa

Esse projeto tem como objetivo investigar a aplicação do código de cores *see color*, em imagens táteis, para o reconhecimento da informação cromática por pessoas com deficiência visual.

1.4.2 Objetivo Específico

- Identificar e selecionar processos gráficos que permitam a representação de imagens táteis para a aplicação do código de cores.
- Definir imagens e aplicação do código cromático para construção de representação tátil no processo gráfico adotado.
- Avaliar a aplicação do código cromático com usuários com deficiência visual, nas imagens táteis construídas.

1.5.JUSTIFICATIVA

A deficiência visual atinge cerca de 35,8 milhões de pessoas no Brasil, sendo considerada a deficiência de maior incidência no país segundo dados do ano de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 90,6% desses indivíduos em idade escolar foram alfabetizados. Diversas linhas de pesquisa estão inclinadas sobre a geração de meios que favoreçam a melhoria de vida das pessoas com deficiência.

No contexto educacional, de acordo com Paulo Freire (1987), um dos propósitos da educação é conhecer para compreender e compreender para transformar, porque, segundo o autor, o conceito de deficiência foi uma ideia construída socialmente ao longo da história, que divide as pessoas em categorias sociais em “normais” e “anormais”. Dentro de uma dessas categorias dos “anormais” estão as pessoas que foram classificadas como deficientes, e mais recentemente chamadas de pessoas com deficiência. Desta forma, Freire (1987) defende que não existe deficiência, nem pessoas com deficiência, porém existe sim uma diversidade humana que precisa ser inserida em todas as esferas da sociedade.

Segundo a lei Nº 13.146, de 6 de julho de 2015 . Art. 68. (BRASIL, 2015), o poder público deve adotar mecanismos de incentivo à produção, à edição, à difusão, à distribuição e à comercialização de livros em formatos

acessíveis, inclusive em publicações da administração pública ou financiadas com recursos públicos, com vistas a garantir à pessoa com deficiência o direito de acesso à leitura, à informação e à comunicação.

Atualmente a comunicação é um direito universal, e algumas pessoas necessitam de artefatos aprimorados para sua comunicação, esse segmento da população para o qual a acessibilidade é necessária é muito expressivo e pouco explorado. Especificamente no que se refere as pessoas com deficiência visual, atualmente a legislação brasileira evoluiu quanto à questão da acessibilidade tornando o foco no campo à tona atualmente.

Ter um meio para comunicar a cor dos objetos para pessoas com deficiência visual ou cegas é uma questão de importância por várias razões: a cor é um aspecto importante para descrever objetos, a cor é, também, um meio de partilhar experiências com pessoas videntes, facilitar e enriquecer a aprendizagem, além de que, saber sobre cores, pode tornar as pessoas mais autosuficientes em suas atividades diárias (MONROY, 2004; SANTOS, 2007; PIRES, 2011; MARCHI et al., 2016). Deste modo, proporcionar a estes indivíduos a oportunidade de compreender cor gera uma evolução na compreensão do conhecimento da cor tátil, além de também permitir que esses indivíduos tenham maior autonomia na decisão de manuseio de objetos do seu cotidiano sem depender de terceiros para obter essa informação.

Com o intuito de contribuir para a área do design inclusivo, esta investigação planejada realizou uma série de testes para selecionar e experimentar um conjunto de símbolos táteis aplicados em imagens facilmente identificáveis e legíveis para serem percebidos e utilizados pelo sentido do tato, por pessoas com deficiência visual.

1.6 DESCRIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Esta dissertação organiza-se em cinco capítulos, cujos conteúdos estão dispostos abaixo, respectivamente.

O Capítulo 1, denominado de Introdução, aqui apresentado, abordou a definição do problema, a pergunta de pesquisa, os objetivos, geral e específicos, a justificativa da investigação e encerra-se com esta visão geral do texto.

O Capítulo 2 contém a fundamentação teórica deste estudo. Nele apresentam-se os conceitos básicos sobre a deficiência visual e a percepção háptica, as tecnologias assistivas existentes e os sistemas hápticos atualmente utilizados e, por fim, o código de cores que será um dos focos da experimental.

O Capítulo 3 destaca-se pela descrição do método de investigação, dividido em fases. Ao longo do capítulo também se explicam as técnicas adotadas na coleta de dados tais como: estudo de caso, entrevista estruturada, confecção de protótipos, testes de usabilidade e demais procedimentos utilizados.

No Capítulo 4, apresentam-se os resultados e conclusões obtidos na pesquisa realizada com os cegos e passo a passo da avaliação da ferramenta Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP) adaptada para a pesquisa científica. Os testes realizados caracterizam-se pela análise experimental do processo de elaboração da confecção de imagens táteis para pessoas cegas, a fim de formular e propor diretrizes que facilitem o reconhecimento de formas e cores.

E, por fim, o Capítulo 5 relata as considerações finais e conclusões da pesquisa que teve como objetivo verificar de que forma pode parametrizar a aplicação de cores táteis em imagens táteis, mais especificamente, o código de cores *see color*.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda conceitos sobre as propriedades multissensoriais da cegueira e da percepção tátil. O objetivo foi o desenvolvimento da fundamentação teórica para a pesquisa, contextualizando os principais temas pertinente a aplicação do código de cores *see color* que serão abordados posteriormente na pesquisa aplicada. Foi inicialmente realizada uma revisão narrativa da literatura. Segundo Castro (2016) este tipo de revisão consistiu na construção de uma análise ampla da literatura, contribuindo para discussões sobre métodos e resultados de pesquisa, assim como reflexões sobre a realização de futuros estudos.

Na presente pesquisa procurou-se selecionar as informações relevantes e fundamentais para o entendimento do tema. A síntese do conhecimento, dos estudos incluídos na revisão, permitiu reduzir incertezas sobre recomendações práticas, permitindo generalizações precisas sobre o fenômeno a partir das informações disponíveis e facilitou a tomada de decisões com relação às intervenções a serem realizadas na pesquisa aplicada. Escolheu-se então a revisão narrativa de literatura (RNL), por esta possuir um caráter amplo e, ao mesmo tempo que esta se propõe a descrever o desenvolvimento de determinado assunto, tanto sob o ponto de vista teórico quanto contextual, mediante análise e interpretação da produção científica existente. Essa síntese de conhecimentos a partir da descrição de temas abrangentes favorece a identificação de lacunas de conhecimento para subsidiar a realização de novas pesquisas, sua operacionalização pode se dar de forma sistematizada com rigor metodológico (BRUM et al., 2015).

Assim, foi realizada a revisão narrativa para responder a pergunta de “Como aplicar o código de cores *see color* em imagens táteis?”, esta revisão foi realizada concomitantemente com estudos de aplicação do código em imagens e seus possíveis processos.

As fontes de pesquisa selecionadas foram: livros, dissertações, teses, periódicos, bancos de dados CAPES, scielo, repositório da Rede de Pesquisa e

Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), e normas vigentes como a NBR 9050 e ISO 9241-910 com o intuito de expandir o conhecimento em canais de busca.

A sustentação científica para a pesquisa encontra-se no levantamento realizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD. Nas bases de dados Capes e Scielo. Na busca efetuada nas bases de dados, foram consultadas: Capes e Scielo, onde pesquisou-se os termos: ("imagem tátil") OR ("desenho tátil") AND (cor) OR (color), considerando artigos nos idiomas inglês e português. Na BDTD, foram encontrados 21 resultados, destes 21, 3 se dessas pesquisas encontram-se dentro da área do design inclusive, sendo relevantes para o tema.

Tabela 1 – Revisão Bibliográfica Narrativa do repositório BDTD

TÍTULO	AUTOR	ESCOPO	ANO	PERIÓDICO
O QUE DIZEM ADULTOS CEGOS SOBRE O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA LEITURA E DA ESCRITA	BATISTA, Rosana Davanzo	Cegueira, Inclusão e Braille	2012	Dissertação
PARÂMETROS PARA ANÁLISE DE LIVROS INFANTIS EM BRAILLE E COM ILUSTRAÇÕES EM RELEVO	ARAUJO, Erick Vasconcelos	Layout para imagem tátil	2017	Dissertação
DESIGN DO LIVRO TÁTIL ILUSTRADO PROCESSO DE CRIAÇÃO CENTRADO NO LEITOR COM DEFICIÊNCIA VISUAL NAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO GRÁFICA DA IMAGEM E DO TEXTO	ROMANI, elizabeth	Layout para imagem tátil e impresso univesal	2016	Tese

Fonte: da autora

Uma segunda busca foi realizada com os termos “imagens com cores para cegos” Foram encontrados 30 resultados, destes 30 nenhum se encontrava na área do design inclusivo.

Dentro do escopo de busca das palavras chave foram diversos artigos foram encontrados estes sendo: *Capes*: 580, *Scielo*: 67, Totalizando: 647, Total sem duplicados: 539. Dos 539 artigos, foram lidos os resumos e selecionados 28 artigos foram lidos integralmente, destes 28 lidos integralmente 12 foram

considerados relevantes e fazem parte desta dissertação:

Tabela 2 - Busca Revisão Bibliográfica Narrativa Scielo e Capes

TÍTULO	AUTOR	ESCOPO	ANO	PERIÓDICO
O CORPO PERFORMÁTICO DE EVGEN BAVCAR	MAGALHAES, Fernanda	Fotografia feita por cegos	2004	Revista de Educação PUC-Campinas
POR UMA ESTÉTICA TÁTIL: SOBRE A ADAPTAÇÃO DE OBRAS DE ARTES PLÁSTICAS PARA DEFICIENTES VISUAIS.	ALMEIDA, Maria Clara de; CARUJO, Filipe Herkenhoff; KASTRUP, Virgínia	Obras de arte táteis	2010	Scielo
CALCULATION OF THE IMPORTANCE OF QUALITY FACTORS IN BRAILLE APPLICATION PROCESS ON LABELS BY SCREEN UV	REPETA V.; SENKIVSKY V.; PIKNEVYCH, S.	Impresso univesal em UV	2014	Journal of Graphic Engineering and Design
A COMUNICAÇÃO DE EMBALAGENS DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS PARA DEFICIENTES VISUAIS.	SCATOLIM, R. L.; LANDIM, P. C. A	material tátil impresso em papel	2009	Revista Educação Gráfica
"SERÁ QUE CEGOS SONHAM?": O CASO DAS IMAGENS TÁTEIS DISTAIS	KASTRUP, Virgínia	Imagem mental de cegos	2013	Scielo
TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS PARA ACESSIBILIDADE EM MUSEUS	Cardoso, Eduardo ; Santos, Sérgio Leandro ; Silva , Fábio Pinto ; Teixeira, Fábio Gonçalves Silva, Tânia Luísa Koltermann	material tátil impresso em 3D para museus	2014	15º ERGODESIGN
RECURSOS DIDÁTICOS TÁTEIS PARA AUXILIAR A APRENDIZAGEM DE DEFICIENTES VISUAIS	Brendler, Clariana Fischer; Viaro, Felipe Schneider; Bruno, Fernando Batista; Teixeira, Fábio Gonçalves; Silva, Régio Pierre	material tátil impresso em 3D para aprendizagem	2014	Educação Gráfica
FOTOGRAFIA TÁTIL: DESENVOLVIMENTO DE MODELOS TÁTEIS A PARTIR DE FOTOGRAFIAS COM A UTILIZAÇÃO DE IMPRESSORA 3D	Manoel Xenofonte Araujo, Deborah Macêdo Dos Santos	Fotografia Tátil, impressora 3d	2015	Infodesign
REFLEXOES ACERCA DAS TECNICAS DE CONSTRUÇÃO DE IMAGENS TÁTEIS ENCONTRADAS EM MUSEUS E POSSÍVEIS CAMINHOS	Romani, Elizabeth; Henno, Juliana Harrison; Mazzilli, Clíce de Toledo Sanjar	Maquetes, mapas táteis e impressos em 3D	2015	7º CIDI
THE ROLE AND CHARACTERISTICS OF TACTILE GRAPHICS IN SECONDARY MATHEMATICS AND SCIENCE.	SMITH, D. W.; SMOTHERS, M. S.	Layout universal para educacao	2012	Journal of Visual Impairment & Blindness
VER COM AS MÃOS: A TECNOLOGIA 3D COMO RECURSO EDUCATIVO PARA PESSOAS CEGAS.	Sobral, João Eduardo Chagas ; Cavalcanti, Anna Luiza Moraes; Evelier, Marli Teresinha	material tátil para museus	2016	XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics
A COMPARISON OF THREE MATERIALS USED FOR TACTILE SYMBOLS TO COMMUNICATE COLOUR TO CHILDREN AND YOUNG PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS	RAMSAMY-IRANAH, S. .et al.	testes material tátil para cores	2016	British Journal of Visual Impairment

Fonte: da autora

Com Base no repositório do Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da Rede de Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva, projeto aprovado pela CAPES, edital PPGTA 59/2014 foram encontrados 4 trabalhos de relevância para a pesquisa :

Tabela 3 - Revisão Bibliográfica Narrativa do repositório RPDTA

TÍTULO	AUTOR	ESCOPO	ANO	PERIÓDICO
COMUNICAÇÃO TÁCTIL PARA TODO PÚBLICO: SISTEMA BRAILLE USANDO VERNIZ EM RELEVO	SANCLEMENTE, José Manuel Hernández	Impresso univesal em UV	2012	Tese
A PREMISSAS DE CRIAÇÃO DE IMAGENS EM RELEVO EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA CEGOS	ADAM, Dominique	Layout para imagem tátil	2015	Dissertação
CÓDIGO PARA A IDENTIFICAÇÃO DE CORES PARA PESSOAS CEGAS E COM BAIXA VISÃO	MARCHI, Sandra Regina	Código de cor. Identificação de cor tátil	2016	Tese
EMBALAGENS ACESSÍVEIS: UM ESTUDO PARA MODELOS INCLUSIVOS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	Barbosa, Maria Lilian de Araújo; Ribeiro, Gisele Yumi Arabori; Soares, Isabel Gebauer Soares; Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro	Embalagens táteis	2017	AHFE

Fonte: da autora

A partir da identificação do estado da arte do tema proposto os subtemas foram desenvolvidos para a dissertação, estes foram separados e compilados em capítulos. Os temas escolhidos foram: a deficiência visual, educação inclusiva, design inclusivo, percepção háptica, tecnologias assistivas na percepção háptica, sistema braille, imagens táteis e diretrizes para layout, códigos táteis de cores, código tátil de cores *see color*. Os temas foram escolhidos com a finalidade de condensar o conhecimento obtido por meio de temas identificados para a relevância do projeto experimental e norteameto dos estudos.

2.1 A DEFICIÊNCIA VISUAL

Visando ao escopo do projeto de focar no design centrado no usuário, este subcapítulo aborda informações estruturais para a compreensão do desenvolvimento da pesquisa, ou seja, o perfil da deficiência visual e suas variáveis.

Segundo a OMS (2013), as principais causas de cegueira no Brasil são: catarata, glaucoma, retinopatia diabética, atrofia do nervo óptico, retinose pigmentar e degeneração macular relacionada à idade (DMRI) são as principais causas da cegueira na população adulta. Entre as crianças, as principais causas são glaucoma congênito, retinopatia da prematuridade e toxoplasmose ocular congênita

Dados do IBGE de 2010, no Brasil, das mais de 6,5 milhões de pessoas com alguma deficiência visual: 528.624 pessoas são incapazes de enxergar (cegos); 6.056.654 pessoas possuem baixa visão ou visão subnormal (grande e permanente dificuldade de enxergar). Outros 29 milhões de pessoas declararam possuir alguma dificuldade permanente de enxergar, ainda que usando óculos ou lentes.

Tabela 4 - Pessoas com deficiência por região

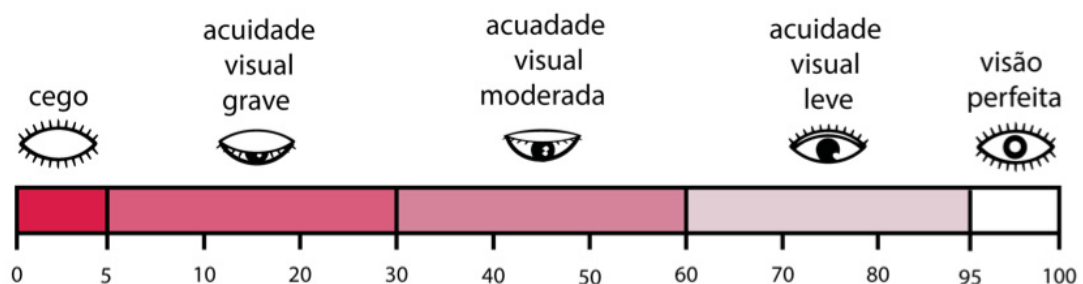
Pessoas com deficiência visual por região	Total	% população local
Norte	574.823	3,6
Nordeste	2.192.455	4,1
Sudeste	2.508.587	3,1
Sul	866.086	3,2
Centro-Oeste	443.357	3,2

Fonte: Fundação Dorina Nowill (2017)

Segundo dados do World Report on Disability (2010), a cada 5 segundos, 1 pessoa se torna cega no mundo. Além disso, do total de casos de cegueira, 90% ocorrem nos países emergentes e subdesenvolvidos. Estima-se que, até 2020, o número de pessoas com deficiência visual poderá dobrar no mundo. Porém, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que, se houvesse um número maior de ações efetivas de prevenção e/ou tratamento, 80% dos casos de cegueira poderiam ser evitados. Ainda segundo a OMS, cerca de 40 a 45 milhões de pessoas no mundo são cegas e outras 135 milhões sofrem limitações severas de visão.

Segundo Santos (2012) , a perda total da visão pode ser congênita ou adquirida, parcial ou baixa visão, conforme o nível de acuidade visual (AV). A cegueira é definida como AV menor que 5% de visão, (no Brasil, considerar, como menos que 1%, no melhor olho). A AV leve maior 60% ; AV moderada: maior que 30% e menor que 60% ; AV grave: menor que 30%.

Figura 1 - Infográfico graus da cegueira



Fonte: Da autora

A perda total (congenita) ou adquirida (parcial ou baixa visão) pode ser leve, moderada, severa ou profunda, conforme o nível de acuidade visual. No ponto de vista de Ventorini (2007) a pessoa com deficiência visual aprende tão bem quanto à pessoa sem deficiência, o que os diferenciam são a maneira como a informação organiza-se em sua mente. Para a educação de pessoas com deficiência visual, especialmente pessoas cegas, é pertinente entender como percebem e processam a informação, entender suas habilidades e capacidades cognitivas (CYBIS, 2003). De acordo com Sacks (2010), pessoas cegas possuem o córtex visual hipersensível a estímulos de outros sentidos, enaltecendo os sentidos táteis e auditivos para o entendimento do que é visual.

2.2 DESIGN INCLUSIVO

O design inclusivo é um conceito de design que desenvolve produtos ou cria ambientes que permitem a sua utilização pelo maior número de pessoas possível, independente da idade ou condição física. E tem por objetivo contribuir para que não haja discriminação social, e para que todos tenham igual acesso às oportunidades disponibilizadas (Santos et al 2007).

Para as atividades práticas de projeto e avaliação do produto, alguns dos aspectos importantes apontados no design inclusivo, podem ser ressaltados trazendo forte embasamento para a seleção de usuários. O Design Inclusivo, segundo o Norwegian Design Council (2010) baseia-se em um projeto centrado em usuários líderes, que graças a sua diversidade representam um segmento de pessoas: são grávidas, pessoas com deficiência, crianças, pessoas que portam objetos, idosos, obesos, entre outros. Acredita-se que projetando para os extremos as soluções propostas são mais abrangentes, atendendo a diversidade das pessoas.

Norman (2008), afirma, o designer deve perceber como o produto pode satisfazer as necessidades do usuário e ponderá-las desde o início do seu desenvolvimento. Segundo o autor, o conhecimento das qualidades de um

produto deve ser feito através da observação e estudo do comportamento dos futuros utilizadores destes objetos. As decisões tomadas conscientes e inconscientemente podem afetar a fabricação, o uso e o aspecto do mesmo, ou seja, a experiência que o usuário terá com esse produto.

De acordo com Batista (2005), não são apenas as pessoas deficientes que ganham com a convivência e as adaptações, quando nos deparamos com qualquer pessoa diferente de nós, sempre ocorre um sentimento ou sensação de estranheza. Em geral, esse susto fica mais destacado quando nos deparamos com alguém que tenha alguma deficiência, entretanto a estranheza diminui, na medida em que passamos a conviver com as pessoas e percebemos que todos têm habilidades e dificuldades, não importando aquilo que aparentamos. Segundo a autora, “Quando compreendermos que nenhuma pessoa é igual à outra e que exatamente essa é uma das características mais fascinantes entre os humanos, já estaremos prestes a superar o estranhamento. Afinal, diferenças fazem parte da vida. Há em cada um de nós qualidades, defeitos, potencialidades, surpresas que são infindáveis e imprevisíveis: (BATISTA, 2005 p.13 e 14).

Em relação aos conceitos, Design Universal, Design *for All* e Design Inclusivo, todos possuem um sentido semelhante, porém com diferentes origens, nesta dissertação usaremos o termo design inclusivo para nos referir ao tema. Está no plano nacional /DECRETO Nº 8.953, DE 10 DE JANEIRO DE 2017 que altera o Plano Nacional de Consumo e Cidadania e cria a Câmara Nacional das Relações de Consumo, considerando: Para fins do disposto neste Decreto, Art. 3º, parágrafo considera-se: “ I - desenho universal - concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluídos os recursos de tecnologia assistiva”.

Diversos sistemas de design inclusivo foram encontrados durante a pesquisa , tornando evidente a possibilidade de aplicar um sistema híbrido a estruturação do design do projeto. Neste capítulo são apresentados alguns aspectos das possibilidades de design de imagens táteis e suas respectivas

técnicas para vidente e não videntes.

Na dissertação “Uma comunicação tátil para todo público”, Sanclemente, (2011) propõe a impressão simultânea usando o sistema braille tradicional aplicado com verniz (metacrilato de metila) em relevo polimerizável por ultravioleta (UV) junto com impressão tradicional em tinta, sendo denominado pelo autor como i-Br/Vza-UVxmf e que pode estar presente em peças de embalagem, sinalização, rótulos, etiquetas, produtos editoriais e outros.

Repeta, Senkivsky, Piknevych (2014) utilizaram uma impressora de verniz UV para discorrer sobre fatores da qualidade de aplicação da impressão em Braille no rótulo. Os autores desenvolveram um modelo que revela as possibilidades de regulação de parâmetros para impressão tátil. Entre suas conclusões mais relevantes Repeta et al., descobriram que os mais bem classificados são fatores como a energia superficial do material principal, a velocidade de impressão, a temperatura do verniz UV e sua viscosidade. Os resultados obtidos de classificação permitiram sintetizar o modelo dos fatores de prioridade do processo e revelar as possibilidades de regulação de parâmetros dos elementos.

2.3 A PERCEPÇÃO HÁPTICA

A percepção tátil ou háptica tem muito em comum com a percepção da visão. Através do tato é possível identificar objetos dentro do campo de alcance dos braços, localizar-se em um ambiente, fazer o reconhecimento de formato e tamanho de determinados objetos.

Segundo a ISO 9241-910 (2011) a percepção tátil ou háptica pode ser considerada mais lenta em relação ao estímulo da visão e podendo não fornecer sucesso em uma dada tarefa. Por exemplo, através do tato pode-se não perceber um cenário tridimensional, além do que está ao alcance, e tratando de representações puramente bidimensionais existe dificuldade de reconhecer cores ou mesmo contornos através do tato, sem haver um referencial de significados já aprendidos pelos usuários PCDV's. Entretanto a norma salienta que para outras

atividades o tato é superior à visão, tais como: sentir o peso, dureza de um material, como também a temperatura.

Segundo Ventorini (2007), o tato é o sentido que oferece ao cérebro humano uma gama de tipologias de informações dos meios externos e internos. Todavia, a identificação e reconhecimento de objetos por meio do tato não se realiza simplesmente pelo toque e exploração, é preciso desenvolver uma sensibilidade tátil para percebê-los e conhecê-los. Para o autor, esta estimulação pode ser realizada com o manuseio de diversos objetos de tamanhos, formas e texturas superficiais distintas e adequadas à inspeção, por meio de tato, considerando o grau de desenvolvimento da pessoa e que não se trata de as mãos substituírem os olhos.

O tato e a audição são sentidos imprescindíveis para o desenvolvimento da atenção bem como das outras funções psicológicas superiores, pois é assim que os PCDV's fazem o reconhecimento do mundo ao seu entorno. Para Piaget (1996), a questão relacionada a sensações e percepções obtidas desde criança encontram-se relacionadas com as questões psicológicas e cognitivas. Incluindo as fisiológicas os dispositivos táteis que transmitem a sensação de textura, força e sensação térmica.

Segundo Piaget da mesma forma que o PCDV é incapacitado de comunicar visualmente porque não possuir uma percepção espacial visual, por meio de tato e linguagem conseguem obter uma compreensão como a de pessoas videntes desenvolvem sua percepção. Isso sem dúvida também está ligado à teoria da compensação. Podemos então perceber, que, no caso da cegueira, a linguagem, a utilização da experiência e a relação que PCDV's têm com os videntes constituem a "fonte da compensação social". A compensação social, enquanto conceito, traz a idéia de que o "defeito" ou a "falta", nos termos de Vygotski (1993), carrega em si, a possibilidade de aprendizagens reorientadoras do desenvolvimento do sujeito com história de deficiência, que se encontra em desvantagem quanto ao seu enraizamento na cultura.

Nesta revisão da literatura podemos perceber esses conceitos de educadores históricos podendo ser aplicados em projetos reais e inclusivos. No

século XXI, em alguns trabalhos, é retomada a importância do sentido tátil, sobretudo por via das contribuições das ciências cognitivas, ao mesmo tempo em que correntes filosóficas, psicológicas e leis federais reabilitam a premissa da diferença e a importância de que a mesma seja levada em conta nos processos de desenvolvimento de projetos inclusivos.

E Sousa (2009, p102.), apresenta duas constatações importantes tiveram impactos profundos na visão de mundo dominante na cultura ocidental: a ciência tradicional excluiu ou relegou a um plano inferior os sentidos do olfato e do tato, habilitando o olho e o ouvido como os sentidos prioritários na inquirição do mundo e na produção de conhecimento sobre a realidade. E, também, o movimento científico-cultural que não considerou a premissa da diferença, do singular, privilegiando uma racionalidade classificatória, homogeneizante, padronizadora. Assim como a nossa cultura científica relegou o tátil e o olfativo, a lugares inferiores na hierarquia e produção do saber, do mesmo modo abdicou da diferença em favor da homogeneidade, da normalidade, da padronização. E Sousa (2009, p103) questiona: “como podemos abdicar da diferença se ela se inscreve com nossa própria assinatura genética no mundo biológico?” Cada um de nós contém um arranjo único no modo como nossos genes se multiplicaram, se reduplicaram. Em cada cérebro, os arranjos de sinapses e conexões, o modo como se realizam, são únicos para cada indivíduo.

Sousa (2009) expõe em seu trabalho duas ideias-chave: a ideia da confluência dos sentidos e a da diferença como possibilidades para a construção de um diálogo rico e consequente entre o código tátil e o código da visualidade. Em uma de suas citações, Sousa (2009), que nasceu cega, escreveu: “meu cérebro providenciou para mim um corpo sensível, todo tátil.” Exibindo a riqueza do universo perceptivo de uma criança cega. O perceber, dentro do não-ver, exige, pois, um exercício de mergulho na realidade tátil, pela via da educação, da arte, da psicologia, da cultura, a fim de que se estabeleça a premissa da colaboração, da dialogicidade, da confluência entre os sentidos humanos.

Duas áreas da pesquisa da percepção do tato são particularmente interessantes neste contexto. Primeiramente, estudos neurofisiológicos em

mecanoreceptores respondem como a ponta dos dedos podem ser usados para entender como o sistema de percepção responde as características táteis. Em segundo lugar, estudos psicofísicos fornecem uma visão sobre os próprios limites e capacidades da percepção tátil.

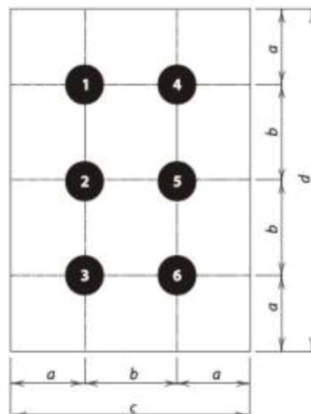
Uma maneira de inserir no cotidiano questões de cidadania, voltadas para a busca de conhecimento mútuo, onde o outro se torne visível é a inclusão de sistemas de leitura tátil em comunicações exclusivamente visuais. Esta visibilidade dá representatividade social ao cidadão com deficiência. Quando permitimos uma participação efetiva nos meios de comunicação hoje excludentes, com a inclusão da escrita braille em sistemas de comunicação impressos, por exemplo, essa inclusão pode ser representativa e igualitária para o aprimoramento dos sistemas de comunicação.

2.3.1 O método braille

A técnica de escrita braille usa por letra apenas 3 x 2 pontos e um conjunto de representações maximiza os fatores de perceptibilidade tátil, a ponta do dedo indicador tem uma área de maior percepção tátil, aproximadamente igual ao tamanho de uma célula braille. A escrita pode ser produzida manualmente por artefatos muito simples: desde uma simples prancheta com uma guia e uma ponteira metálica, reglete e punção, até inúmeros tipos de dispositivos mecânicos.

Segundo o Instituto Dorina Nowiil, o braille é um sistema de leitura para cegos criado por Louis Braille em 1824. Braille, que se tornou depois de alguns anos professor do Instituto Real para Jovens Cegos em Paris, tendo adaptado posteriormente o mesmo conjunto de 3 x 2 pontos para 37, a fim de representar a escrita da música, geografia e geometria. A dimensão 3 x 2 (Figura 2) foi escolhida a partir do reconhecimento de que os sinais com mais de três pontos em cada fila dificultavam a percepção tátil.

Figura 2: Célula braille [3 x 2]



Fonte: SEESP-MEC (2006 p. 83)

A dimensão do tamanho da cela matriz, a separação e altura dos pontos, bem como a distância horizontal e espaçamentos, estão padronizadas seguindo as especificações da Portaria MEC 319/99, voltada à transcrição editorial de livros e material didático.

A pesquisa de Brendler et al (2014), aponta o código braille como a opção mais eficaz que possibilita a aprendizagem de conteúdos verbais sem perda de significado. Entretanto, o autor afirma que os conteúdos visuais, utilizados por videntes como imagens podem contribuir significativamente na aprendizagem de pessoas cegas.

Embora estas imagens táteis sejam fundamentais para a aprendizagem atualmente as pessoas com deficiência visual não contem informações com um sistema de informação de cor.

A seguir serão abordadas as possibilidades de imagens táteis para auxiliar na aprendizagem de pessoas com deficiência visual proporcionando a inclusão por meio de recursos táteis e os sistemas de códigos de cores táteis existentes na atualidade.

2.3.2 Tecnologia assistiva aplicada as Imagens Táteis

Segundo a Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (2009) a Tecnologia Assistiva é definida como uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida. Tendo como foco principal de criação a autonomia e independência do indivíduo PCDV, permitindo melhor qualidade de vida e inclusão social para o usuário.

Muitos artistas que são cegos desenvolvem seus talentos singulares e aprimoramentos em técnicas para o desenvolvimento do aprendizado por meio do tato, um desses profissionais que possuem um destaque global é Evgen Bavcar. Magalhães (2004) faz uma retrospectiva do trabalho do artista franco esloveno através de uma reflexão sobre sua produção como artista visual, fotógrafo, filósofo e poeta. A autora aborda questões sobre a construção do olhar, a fotografia e o projeto “A Expressão Fotográfica e os Cegos”, um curso que ocorreu na cidade de Londrina com duração de 1 ano, para um grupo de 20 deficientes visuais, ensinando a eles a fotografia, com suporte no trabalho de Evgen Bavcar. Bavcar como artista fotográfico, aponta como sua experiência com as arte visuais criam percepções do mundo relacionadas a ação performativa de um poeta visual cego desenvolve uma possibilidade de construção de poéticas visuais para não videntes. Segundo Magalhães 2004, todas as fotos do fotógrafo são tem construções táteis, porque ele entende o mundo como um universo que o cerca, e não como um universo que se descortina para ele à distância. Bavcar usa sua mão esquerda para apalpar as pessoas, estátuas e muros e, ao mesmo tempo que fotografa, ele introduz o elemento tátil ao se colocar em meio as coisas.

Almeida et al. (2010) afirmam que no Brasil e ao redor do mundo, diversas iniciativas têm se proliferado para facilitar o acesso à arte ao público PCDV. Em seu artigo “Uma estética tátil: Sobre a adaptação de obras de artes plásticas para

deficientes visuais” são abordas três possíveis estratégias para fornecer obras de artes para esse público: A adaptação via alto-relevo, uso representacional de texturas, tridimensionalização de obras de arte em esculturas. Segundo os autores o auto-relevo é uma interpretação tátil natural de uma obra bidimensional ou seja um conjunto de linhas visuais que é transformado em um conjunto de linhas táteis. Essa estratégia é comumente percebida pelos museus como um instrumentos de inclusão genuíno.

Identificaram-se, na revisão da literatura as ferramentas para a produção de relevos nas técnicas de representação bidimensional, destacando-se entre diversos autores como Almeida et al (2010) , Magalhães (2004) e Cardoso (2014) que, existem diferentes texturas para representar cor e materiais, entretanto essa técnica é de uso discutível pois o próprio objeto estaria representando cores por meio de textura, sendo uma adaptação subjetiva da obra não passando a real informação da cor para o leitor.

Por meio dos trabalhos de Araujo (2015) e Sobral (2016) foi identificado que esculturas assim como o alto relevo é uma técnica muito difundida para viabilizar o acesso aos deficientes visuais às imagens, pois a escultura como objeto artistico pode ser apreciável pela visão e pelo tato, sem a necessidade de grandes adaptações com exceção das questões dimensionais.

Entretanto Almeida et al. (2004) questionam isso pelo fato de a arte visual ser composta por formas e cores, sendo a cor parte de um sentido estético. Um último ponto relatado por alguns cegos na pesquisa desses autores é que o tato é sujeito a uma espécie de fadiga quando se exploram esculturas, possivelmente por serem mais complexas em comparação a uma figura bidimensional.



Diversas tecnologias de prototipagem rápida estão sendo aplicadas na adaptação de obras de arte em museus por todo o mundo. No estudo de Cardoso et al (2014), são abordados diversos conceitos de acessibilidade e o uso de novas tecnologias para digitalização 3D de artefatos táteis em museus. O trabalho consistiu na seleção e emprego de tecnologias de digitalização para transformar obras 2D em artefatos 3D, as obras transformadas em obras táteis acessíveis são da coleção do Museu Joaquim José Felizardo em Porto Alegre.

Araujo (2015) discorre sobre a produção de fotografias táteis em “Fotografia Tátil: Desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D” é um artigo sobre o processo de um trabalho de desenvolvimento de modelos de fotografia tátil, a fim de facilitar a acessibilidade dos deficientes visuais a este campo, as imagens são de cunho artístico e foram feitas por meio da impressora 3D.

Outro estudo relevante foi realizado por Romani et al (2015), a pesquisa toma como referência uma pesquisa de campo realizada em museus na cidade de São Paulo e no exterior de modo a avaliar como cada instituição tornou seu acervo imagético acessível ao não vidente. Justifica-se um levantamento sobre os atuais métodos adotados na produção de imagens táteis de modo a se refletir sobre possíveis alternativas e processos que contribuam com a ampliação deste repertório de imagem.

Sobral (2016) apresenta o grupo Homero 3D, que foi criado com a intenção de fomentar pesquisas teóricas e práticas com foco na impressão 3D e seu potencial como recurso facilitador de pessoas com deficiência visual. Usando tecnologia 3D como recurso educativo para pessoas cegas o grupo faz um levantamento de investigação com foco na impressão 3D voltada para deficiência visual. Entre as experiências documentadas, na tabela 5, destacam-se: *Touchable Memories: Impressora 3D reproduz fotos antigas para deficientes visuais lembrarem o passado; NASA Imprime em 3D imagens do universo para que pessoas cegas possam compreendê-lo; e, Finger Reader possibilita leitura para cegos.*

Tabela 5 : projetos 3D pelo mundo

Experiência	Descrição	Imagens
<i>Touchable Memories:</i> Impressora 3D reproduz fotos antigas para deficientes visuais relembrem o passado	Memórias Tocáveis (ou Touchable Memories) é um experimento voltada para pessoas que perderam a visão e tem a intenção de ajuda-las a reviver as memórias a partir da impressão 3D. Foram convidadas 5 pessoas que indicaram fotografias de momentos memoráveis que serviram com referência para a impressão.	
NASA Imprime em 3D imagens do universo para que pessoas cegas possam compreendê-lo	Carol Christian e Antonella Nota membros do Instituto da Ciência Telescópica Espacial conduzem um projeto com a intenção de ajudar pessoas cegas a enxergar o cosmo com as mãos. O método usado consiste em traduzir imagens registrados pelo telescópio espacial Hubble para imagens impressas em 3D possibilitando que pessoas cegas possam senti-las com o tato e elaborar uma ideia do formato do espaço.	

Fonte: Sobral (2016)

2.4 CARACTERÍSTICAS DAS IMAGENS HÁPTICAS

Uma imagem tátil é uma imagem em relevo que pode ser compreendida por meio do tato por uma pessoa com deficiência visual. Quando observamos as imagens táteis desenvolvidas para PCDV's identifica-se um padrão ao utilizar as técnicas de relevo (também conhecida como sistema *emboss*) em superfície plana ou esculturas para o possível toque da representação impressa, muitas vezes por impressão 3D, das peças originais, conforme descrito no sub capítulo anterior.

Ao analisarmos as representações bidimensionais em alto relevo, é possível identificar que a estratégia de adaptação pode variar conforme o museu e o artista, pois os parâmetros para imagens táteis não possuem uma norma

técnica precisa como o código braille. Entretanto parâmetros e aprimoramentos vêm sendo estabelecidos ao longo de diversas pesquisas e experimentos relatados nesse trabalho por meio de revisão bibliográfica. Foi analisado na literatura a existências de parâmetros aprovados por usuários e seu grau de identificação e satisfação com as respectivas imagens.

Quando trabalhamos com usuários com necessidades especiais precisamos sempre envolver a pessoa com a necessidade especial no processo de construção do projeto. Segundo Amiralian, (1997) o procedimento de desenhos com sujeitos cegos é caracterizado por unificar processos expressivos motores e apontam uma proposta inovadora para a área, rompendo com ideias de que a verbalização seria o canal de excelência de expressão para sujeitos PCDV's. Entretanto para autora o uso de desenhos para cegos é um caminho a ser explorado , levantando parâmetros sobre a utilização adequada dessas imagens, pois muitos ainda utilizam os padrões de imagens visuais inadequadamente. Quando solicitamos aos cegos a identificação ou reprodução de desenhos feitos conforme padrões visuais, estão desrespeitando sua diferenças. Mas se considerarmos sua expressão gráfica como função de sua habilidade motora, ela poderá se tornar um canal de expressão de seu mundo interno. Considerando que as adaptações necessárias para a aplicação de desenhos para sujeitos cegos não prejudicaria a riqueza do procedimento na apreensão dos aspectos fundamentais da compreensão.

Lima (2011) afirma que o desenho permite não só promover o exercício motor e o entendimento da composição dos desenhos, como também ensinar aos videntes como os cegos representam o que tocam. Contudo, faz-se necessário verificar três barreiras que dificultam o aprendizado do desenho pelo cego, sendo elas:

- 1.Barreira atitudinal de baixa expectativa: O juízo antecipado e sem conhecimento de que o sujeito cego é incapaz de fazer algo; [1] [SEP]
- 2.Barreira atitudinal de inferiorização: Quando se faz uma comparação pejorativa

do resultado das ações entre a pessoa cega e o vidente, apresentando os resultados alcançados pelo primeiro como inferiores devido a sua deficiência; [SEP]

3.Barreira atitudinal de menos valia: A avaliação depreciativa que se faz das potencialidades, ações e produções do indivíduo cego. É o estigma da incapacidade de produzir algo; [SEP]

Essas barreiras consistem em atitudes nem sempre intencionais que inibem, limitam ou impedem o desenvolvimento da pessoa cega. O desenho exerce um desdobramento pertinente na educação da pessoa cega, que fazem uso de mapas ou imagens diversas.

Uma classificação de símbolos táteis é apresentada por Kops & Gardner (1996), foi verificado que os cegos compartilham com os demais sujeitos a compreensão de que uma linha de contorno indica as bordas ou limites da superfície de um objeto. Avaliou, então, que a habilidade para aceitar que a linha substitua as bordas de superfície de um objeto situa-se fora da visão, para além dos padrões puramente visuais, e que se efetiva, também, através da experiência do tato:

O fato de linhas não representarem o que é puramente visual, e representarem bordas de superfície – um aspecto que também é perceptível ao tato – sugere que a habilidade de transformar linha planas em veículos de representação pode residir em algum caminho perceptivo comum à visão e ao tato.

(Kennedy, 1983, p.21)

Segundo Kops & Gardner (1996) símbolos táteis são classificados em três tipos: símbolos de linha que designam limites das linhas; símbolos texturizados que mostram áreas; e símbolos de ponto para indicar a localização precisa. Existem alguns fatores que influenciam os símbolos táteis, como a elevação (ou altura vertical), tamanho, forma e textura, a orientação e o estímulo oferecido.

A elevação ou relevo dos símbolos é importante quando se tenta identificá-los pelo toque. O mais pronunciada a altura, a mais facilmente distinguidas são os pontos, áreas e símbolos de linha. Loomis e Lederman (1986) definiram a precisão do reconhecimento tátil de personagens criados por cinco variáveis:

- Altura da superfície superior em relação à base (elevação);
- Conjunto de símbolos (uso de formas familiares e identificáveis);
- Extensão espacial dos símbolos (tamanho);
- Modo de toque (estático e em movimento);
- Força de contato.

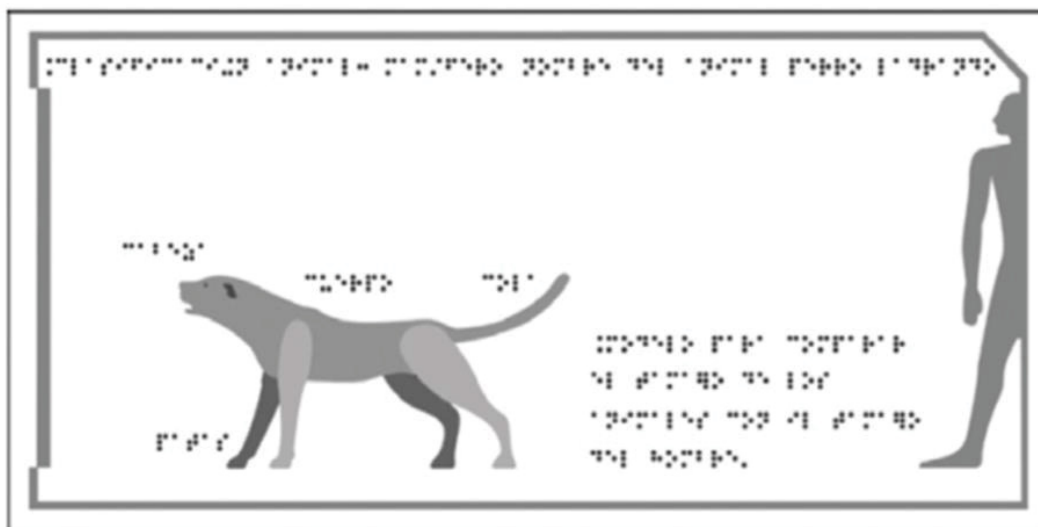
As definições de Kennedy (1983) e Sacks (2003) forneceram duas informações relevantes sobre as diretrizes de layout. Sacks, indica de modo claro que o cego só percebe como realmente inteiro, em sua totalidade, aquele objeto que cabe na sua mão, isto é, o objeto que ele pode sentir de uma única vez, em toque único. Kennedy, comprovou que os cegos, como os videntes, compreendem a noção de linha de contorno, a linha imaginária que a borda dos objetos permite de forma intuitiva identificar o perfil externo da forma. A linha de contorno é definida pelo autor como uma linha inexistente aos olhosmas, aos olhos de quem vê ou ao tato de quem toca, mas determinando as bordas de superfície do objeto: limite que o separa dos outros objetos e contorno que o enclausura.

De acordo com Silva (2008) a linguagem é um meio para adquirir conhecimento. No caso de pessoas cegas, a linguagem pode ser complementada pela informação gráfica simplificada. Segundo esse princípio, a imagem (bidimensional)^[L-SEP] pode ser decodificada facilmente por uma pessoa cega se possuir alguma referência de tamanho ou escala (O corpo humano é a principal unidade de medida do mundo do cego). A partir desse preceito, Silva (2008) criou um modelo sobre a disposição da representação tátil para a apresentação da imagem para às pessoas cegas.

Silva (2008) afirma que ao apresentar o homem como instrumento de

medida e a imagem propriamente dita com suas legendas, rótulos ou complementos textuais, a informação apresentada pode a ser^[1]_{SEP} melhor entendida e relacionada pela pessoa cega de acordo com seus conhecimentos tácitos do leitor, como podemos observar na imagem abaixo:

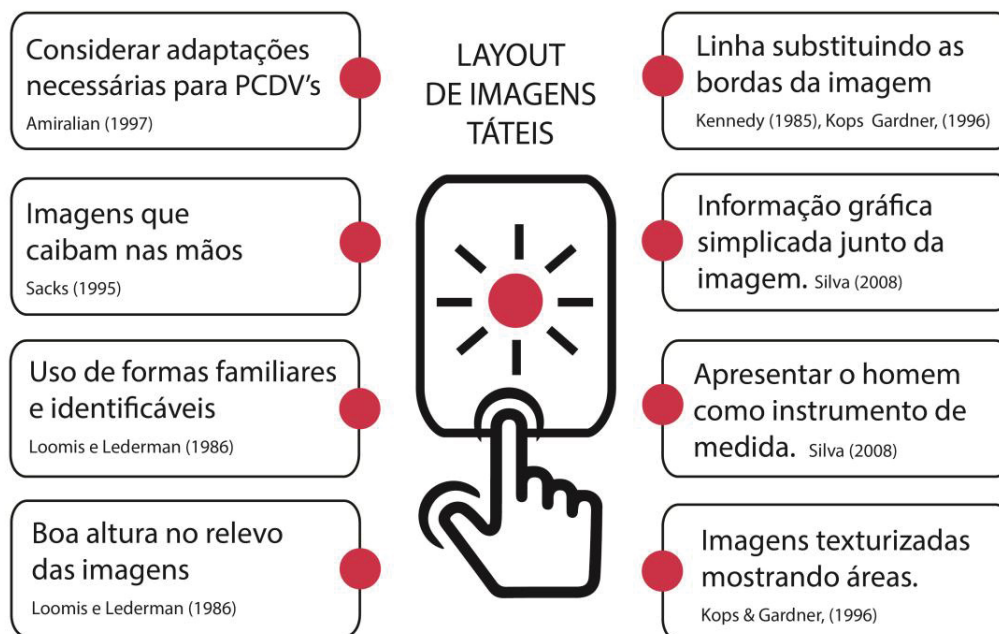
Figura 3: Representação tátil com ser humano como medida



Fonte: Silva (2008, p.347)

A partir dos resultados e discussões obtidos por meio da revisão bibliográfica de estudos analíticos sobre diretrizes de imagens táteis, a proposta da pesquisa tem a finalidade de uma aplicação objetiva da implementação do código de cores “see color” em imagens bem estruturadas conforme a apresentação da figura 4 no texto, com o intuito de criar imagens táteis satisfatórias para os estudos e testes desta dissertação. Adam e Calomeno (2014) identificam a imagem tátil como um^[1]_{SEP} canal de comunicação para a exposição da informação para pessoas cegas. Dessa forma, sua pesquisa compreende a relevância do estudo da sintaxe gráfica em imagens táteis de objetos de aprendizagem, objetivando apresentar a informação tátil de forma otimizada às pessoas cegas. Em sua pesquisa foi realizado o quadro de diretrizes para a otimização de desenvolvimento de imagens táteis.

Figura 4: Diretrizes para a criação de imagens táteis



Fonte: da autora baseado em Adam e Calomeno(2015)

Conforme citado por Ferreira (1996, p.1784), visualizar é “formar ou conceber uma imagem visual, mental de (algo que não se tem ante os olhos no momento)” e visualização “ato ou efeito de visualizar” ou “transformação de conceitos abstratos em imagens real ou mentalmente visíveis”. No que se refere à visualização, o uso de materiais manipulativos, um desenho ou outro modelo, servem de representação para gerar uma imagem mental, permitindo evocar o objeto na sua ausência, inicia-se um processo de raciocínio visual, facilitando a representação de um esboço gráfico ou modelo manuseável. Conforme Lindquist (1994, p. 77) “materiais de manipulação fornecem oportunidades para raciocinar com objetos e, portanto, para ensinar para resolver problemas”.

2.5 PANORAMA DE CÓDIGOS TÁTEIS DE CORES

O objetivo de Kastrup (2013) em seu trabalho “Será que cegos sonham? O caso das imagens táteis distais” foi de identificar algumas características e a dinâmica estrutural das imagens mentais de pessoas cegas e analisar os componentes da imagética não visual em lembranças e sonhos. Quatro pessoas cegas precoces adultas foram entrevistadas, o texto analisa extratos das entrevistas que apontam a existência de uma imagética multissensorial, há importância da cor e a presença de imagens mentais tanto nas lembranças como nos sonhos. O sonho seguinte foi narrado por uma mulher cega:

“Eu ia me casar na época e sonhei que eu estava vendo um vestido de noiva... É um vestido de noiva e ele é branco, é branquinho, ele é muito branco.” ... eu ficava dizendo pra alguém que estava do meu lado: “Que vestido lindo!”(Kastrup, 2013, p.7)

Embora as pessoas com deficiência visual ou cegas não enxerguem as cores e conheçam a cor apenas por conceitos abstratos elas vivem num mundo com objetos codificados pela cor. Elas usam roupas coloridas, usam objetos coloridos, e tem por meio de códigos táteis ter acesso ao conceito da cor. Visando gerar a informação da cor para as pessoas com deficiência visual Monroy (2004), Santos (2008), Pires (2011) e Marchi (2016) desenvolveram códigos de cor por meio da aprendizagem tátil para atender esta lacuna.

O Sistema Constanz foi desenvolvido pela artista colombiana Constanza Bonilla Monroy, que em dezembro de 2004 fez a sua primeira exposição do método, adaptando obras de arte no Instituto Guinovart . Monroy (2012) acrescentou ao estudo a percepção desses elementos através do contato: do sol, da água e do fogo, de modo que permita de uma maneira lúdica as crianças cegas congênitas interpretarem a cor por meio de sensações táteis. Por exemplo, o amarelo é representado de forma linear tendo relação à forma aos raios projetados do sol. O sol em contato com a pele proporciona a percepção de calor, o que fortalece e permite que a criança associe a sensação de calor com cores quentes. O azul é representado com uma linha ondulada associado com as

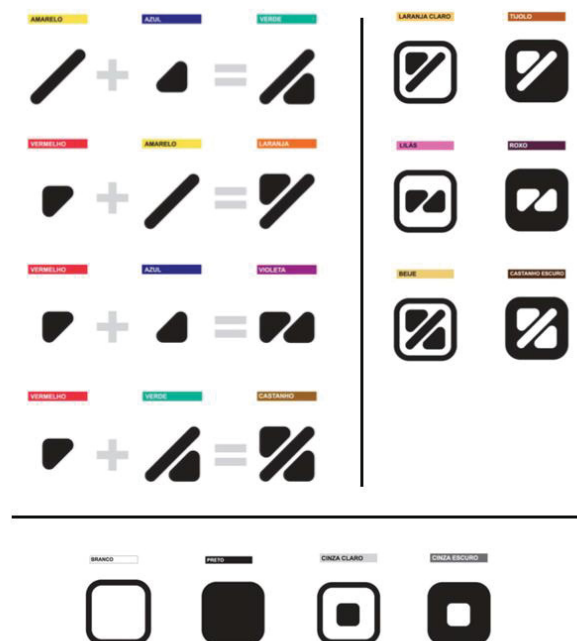
cores da água ou do gelo. Assim, o contato da criança com o movimento das ondas, ou as mãos com passagem de água entre os dedos. A cor vermelha, que é também uma cor quente, mas com maior intensidade do que o amarelo está associado com o fogo, porque queima em contato com a pele e suas chamas no movimento de subir e descer, de modo que eles estão associados com uma linha em zigue-zague. As cores secundárias são o resultado da combinação das demais cores. Os outros dois símbolos que compõem este sistema são o branco e o preto, sendo utilizados a associação simples de um rasgo circular, que quanto maior for a abertura maior a quantidade de luz que entra, e quanto menor a passagem de luz associado ao preto. Esta graduação é feita numa escala de quatro variações, sendo o grau zero o ponto mais escuro e menor. Uma vez associado a outras cores, a cor em questão terá maior ou menor número de pontos ou círculos de acordo com sua programação como podemos observar na figura 7:

Figura 5: Código de cores proposto por Monroy

Fonte: Monroy 2011

Santos (2007) desenvolveu um sistema de código para indivíduos afetados por daltonismo focando o seu trabalho em produtos de vestuário, um objeto de uso diário em que a cor é importante para a sua inserção social. Santos afirma que a inclusão de um código cromático nas peças de vestuário permite aos daltonicos uma maior independência na escolha do seu vestuário, uma melhor integração na sociedade e a minimização do sentimento de deficiência, aumentando o bem-estar e autoconfiança do individuo. O código foi construído a partir de três formas graficamente simples e estilizadas para a apreensão do elemento gráfico; uma barra transversal, um triângulo apontado para cima e um pra baixo. A cada forma primária do código está associada uma cor e das três formas/cores que representam o vermelho, o amarelo e o azul nasce e se desenvolve todo o código e cores se baseiam no desdobramento destes três elementos, o preto e o branco são definidos por molduras em volta das formas.

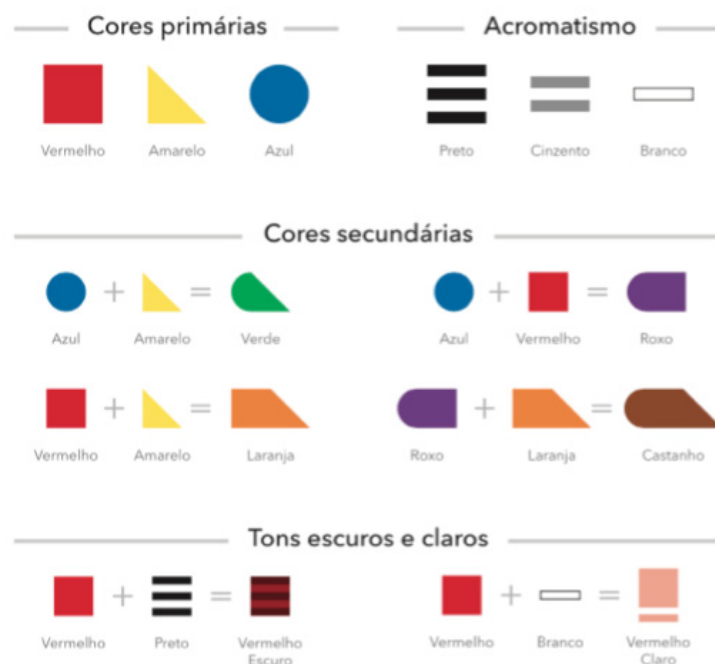
Figura 6: Código de cores proposto por Santos



Fonte: Santos 2007

O Código *Feelipa* teve origem no ano de 2009, quando a autora, Filipa Nogueira Pires, iniciou uma investigação para tornar a cor acessível ao maior número de pessoas possível, em particular às pessoas com deficiência visual. O princípio deste código baseia-se na associação das formas geométricas puras: quadrado, triângulo e círculo, assim como as cores primárias. Desta forma, para utilizar o código é necessário memorizar a associação destas três formas geométricas às cores, para que se consiga dominar todo o restante código. Neste sistema de códigos, as cores secundárias, resultantes da fusão de duas cores primárias, são conseguidas através da aglutinação direta das respectivas formas primárias que estão na base da sua formação, fazendo do código um sistema de memorização lógica:

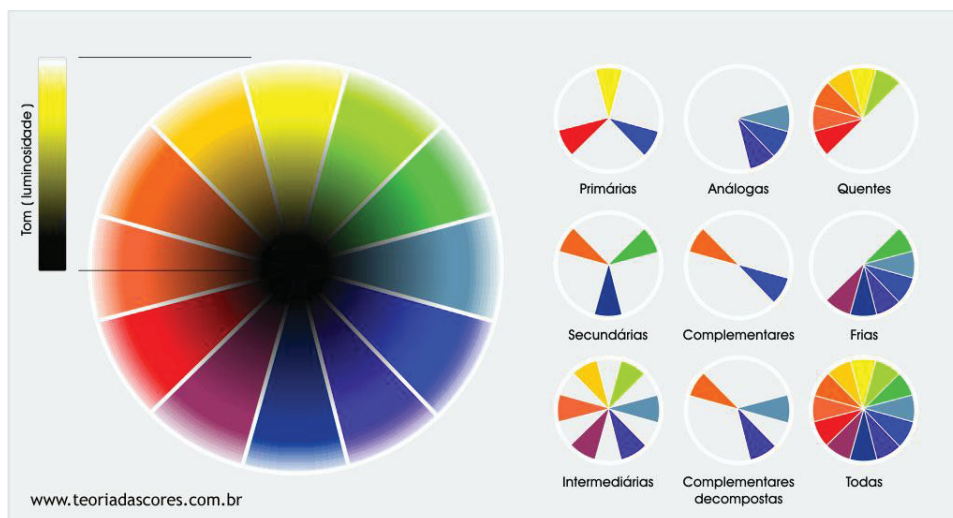
Figura 7: Código de cores proposto por Pires



Fonte: Pires (2011)

O desenvolvedores código *See Color* idealizado por (Marchi et al, 2016), acreditam que construção das cores para pessoas cegas e com baixa visão é a oportunidade e a necessidade de trabalhar em algo que seja mais versátil e simples de aprender assim como o Sistema Braille. Assim sendo, foram desenvolvidos oito elementos codificados para compor o sistema de código de cor para representar as cores primárias (vermelho, azul e amarelo) e as cores secundárias (verde, laranja e violeta), além das cores branco e preto. Estes elementos foram inspirados na representação simplificada da formação das cores pigmento do modelo de cor *RGB*. O *RGB* é a abreviatura de um sistema de cores aditivas em que o Vermelho (Red), o Verde (Green) e o Azul (Blue) são combinados de várias formas de modo a reproduzir um largo espectro cromático como pode ser observado abaixo:

Figura 8: Diagrama de cores complementares

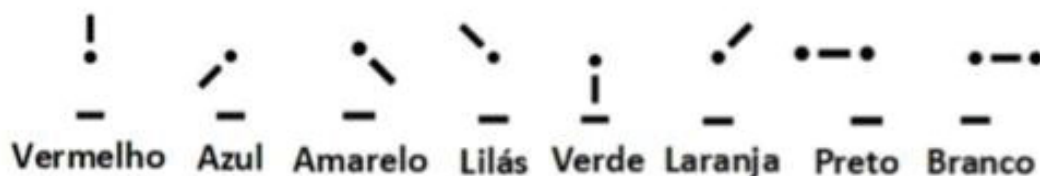


Fonte: www.teoriadascors.com.br

Para posicionar os elementos do código no espaço, servindo como referência de localização na superfície, foram desenvolvidos códigos com um pequeno traço e um pequeno ponto sobre cada elemento do conjunto de código

com é possível notar na figura abaixo:

Figura 9: Código See Color



Fonte: Disponibilizado por Sandra Marchi (2016)

O sistema de código *see color* foi desenvolvido de forma a ser semelhante com o sistema braille, inspirado no sistema braille (muito pequeno cabendo em qualquer espaço de superfície), em um toque tátil as pessoas identificam a cor de diversos objetos. Este sistema, segundo Marchi (2016) foi baseado no triângulo cromático (cores primárias: vermelho, azul e amarelo) e em outro triângulo cromático com as cores secundárias, que se formam com a mistura destas cores (cores secundárias: lilás, verde e laranja).

O código *see color* foi escolhido para o trabalho por ser o único dentre os códigos de cores táteis que contém um projeto pedagógico consistente com base na teoria da cor, podendo ser compreendido no seu contexto total, informando ao usuário como se dá a informação da teoria, não sendo apenas um código passível de memorização mas usando a lógica da própria teoria para a construção do aprendizado. Além disso, sua estruturação baseada na escrita braille lhe confere uma possibilidade de uso universal, ou seja, pode ser aplicado em qualquer país em que a escrita braille seja compreendida.

Por fim, acrescenta-se que o código foi desenvolvido no Laboratório de Ergonomia da Universidade Federal do Paraná, isso possibilitou o contato direto com a equipe desenvolvedora e autorização de uso, resguardados os direitos de propriedade intelectual, visto que se trata de uma inovação tecnológica.

Diante dos fundamentos apresentados, considerando os aspectos da acessibilidade para pessoas com deficiência visual, verificou-se a importância de

fornecer subsídios para projetos de acessibilidade com informações de cores verifica-se no capítulo seguinte a aplicação prática da pesquisa.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo destaca-se a descrição do método de pesquisa utilizado no desenvolvimento desta dissertação. Considerando a natureza aplicada, os objetivos exploratórios e a abordagem qualitativa dada ao problema, no referente aos procedimentos foram utilizados o método da revisão bibliográfica narrativa, como estudo teórico e a estratégia do estudo de caso para compreensão do fenômeno. São descritos conceitos de método e técnicas, inseridos na abordagem qualitativa, com a inclusão do usuário na participação do processo de desenvolvimento da aplicação do código de cores *see color* em imagens. Por fim, são destacados os métodos e técnicas considerados mais pertinentes para utilização no contexto real de design. A figura abaixo apresenta o delineamento desta pesquisa: caracterizando-se como aplicada, exploratória, qualitativa com revisão narrativa de literatura, sendo a parte aplicada um estudo de caso.

Figura 10: Representação gráfica da visão do método



Fonte: da autora

Na fase 2 a pesquisa aplicada envolveu procedimentos de pesquisa consiste em um estudo de caso do código de cores *see color*, com ferramentas diversas como desenvolvimento de layout tátil, entrevista, pesquisa de campo e testes de usabilidade, iniciou em janeiro de 2018, finalizando com a defesa da dissertação, em março de 2019. Propõe-se a partir desses dados a criação de um artefato tátil que facilite a compreensão de imagens bidimensionais por representação gráfica tátil, apresentando relevos e cores.

Portanto, for fim verifica-se com os usuários a avaliação e aperfeiçoamentos das imagens táteis (imagens com código de cores adaptados a percepção tátil) por meio de testes com usuários para verificar possíveis falhas e potencialidades do código com aplicação em imagens.

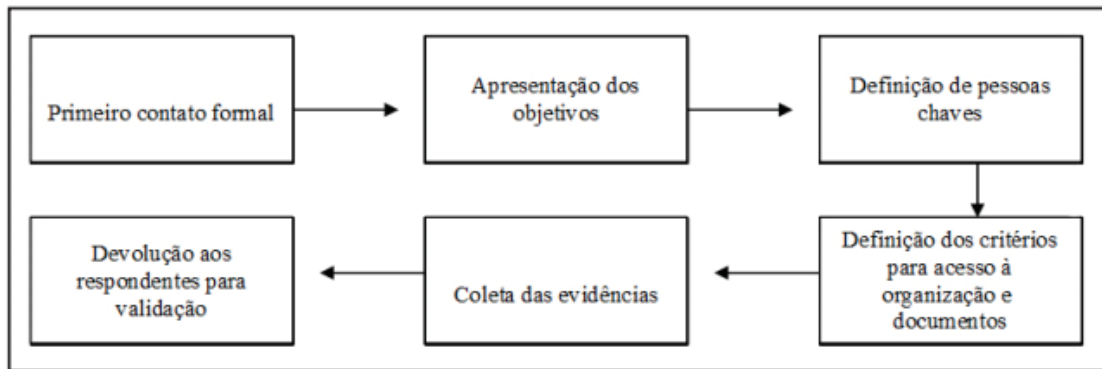
O estudo de caso é o método mais adequado para conhecer em profundidade todas as nuances de um determinado fenômeno organizacional. Nesse sentido, mesmo conduzindo-se um caso único, podem-se tentar algumas generalizações, quando o contexto envolve casos decisivos, raros, típicos, reveladores e longitudinais (YIN, 2001).

Essa abordagem enquadra-se nesta pesquisa por envolver uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo, considerando o contexto de real, a partir de múltiplas fontes de evidência. (YIN, 2001). A estratégia do estudo de caso ocorreu com a delimitação de um caso único considerando o foco na aplicação de uma inovação (código de cor *see color* em imagens táteis). Com foco em seu objetivo principal esta pesquisa visou a investigação da aplicação do código *see color* em imagens táteis, para o reconhecimento da informação cromática por pessoas com deficiência visual. Para tanto considerou a posição e relevo adequado à impressão tátil.

Para uma efetiva condução de estudo de caso, segundo Freitas et al (2011), o pesquisador deve efetuar um planejamento operacional, que pode consistir em seis etapas, figura 11):

1. Contato formal com a(s) organização(ões) a fim de obter a autorização para realização da pesquisa;
2. Explicação dos objetivos do estudo para as organizações;
3. Definição das pessoas a serem entrevistadas;
4. Definição de critérios para acesso à organização e aos documentos, quais são confidenciais e quais podem ser divulgados;
5. Coleta das evidências, por meio de diversas técnicas;
6. Devolução aos respondentes/organização para validação ou não das evidências coletadas.

Figura 11: Processo de planejamento da coleta de dados



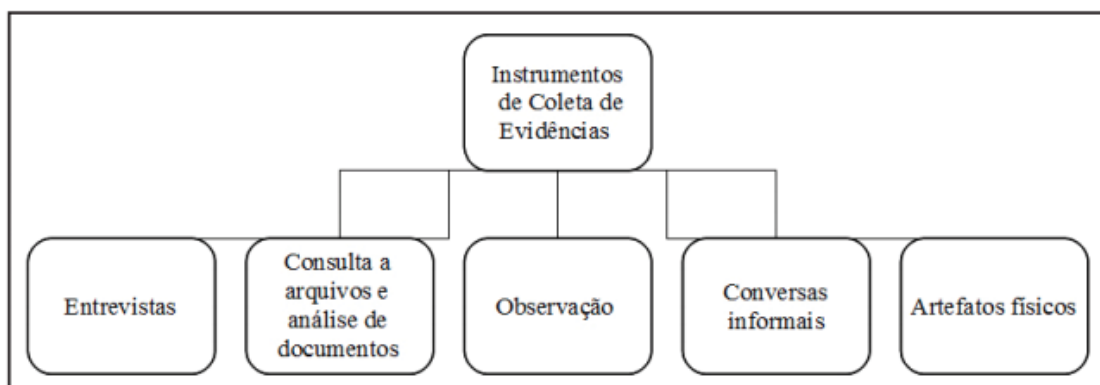
Fonte: Freitas (2011)

Após o planejamento operacional para a efetivação da pesquisa, a próxima etapa é a definição das técnicas de obtenção de dados e evidências. Para a efetiva condução, sugere-se que a pesquisa seja sustentada por entrevistas, com indivíduos que conheçam profundamente a rotina organizacional e validada com opiniões de outras pessoas. Por exemplo, a pesquisa tendo como objetivo verificar como a gestão da aplicação do código see color em imagens táteis influencia os resultados da interpretação de imagens e se os usuários avaliados afetados por meio desta pesquisa reconhecem essa tecnologia, (Freitas 2001). Partindo dessa premissa foi elaborado um roteiro de pesquisa com o intuito de mapear o público alvo.

Nesta pesquisa o planejamento do estudo de caso foi realizado tendo por base as etapas descritas (YIN, 2011), as quais foram reorganizadas e acrescentadas subetapas pertinentes a resolução da questão de pesquisa levantada: “como aplicar o código de cores see color em imagens táteis possibilitando o reconhecimento da cor na imagem por pessoas com deficiência visual ?”.

As principais técnicas para as coletas de dados são apresentadas por Yin (1995):

Figura 12 : Principais instrumentos de coleta de evidências



Fonte: Freitas 2011

Desta forma, esta pesquisa foi dividida em cinco etapas compostas por estudos teóricos e empíricos (pesquisa de campo), sendo para cada uma delas definidas as técnicas de coleta de dados (fontes de evidência):

Etapa 1 - conscientização: destinada ao levantamento de informações sobre o caso estudado, incluindo autorização de uso, entrevista informal, treinamento sobre o código see color e sobre o sistema braille;

Etapa 2 – estudo dos processos de reprodução destinados aos processos gráficos e táteis para a impressão dos protótipos (testes).



Etapa 3 - definição de imagens e formas de aplicação do código: destinada à definição de diretrizes e recomendações para o desenvolvimento de imagens táteis a partir da revisão prévia de literatura.

Etapa 4 - teste de usabilidade 1: verificação da aplicação do código em formas com o público alvo.

Etapa 5 – teste de usabilidade 2: verificação da aplicação do código em imagens com o público alvo.

As etapas que caracterizam esta pesquisa com os objetivos e técnicas de coleta de dados (evidências) e ferramentas ou instrumentos relacionadas podem ser observadas na figura 15. A descrição de cada uma das etapas é apresentada a seguir.

Tabela 6: descritivo das fases do método

Fases	 RBN	 ESTUDO DE CASO			
Etapas da pesquisa	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	ETAPA 5
Objetivos específicos	Delimitação e conscientização da confecção de imagens táteis, código de cores e usuários PCDV's.	Identificar e selecionar processos gráficos que permitam a aplicação do código de cores.	Definir imagens e aplicação do código cromático para construção de representação tátil no processo gráfico adotado.	avaliar (sob a ótica dos usuário com deficiência visual) a aplicação do código cromático nas imagens táteis construídas, com usuários com deficiência visual.	
Técnicas Utilizadas	Revisão bibliográfica workshop see color Curso de braille	Observação e entrevistas informais (cursos e visitas técnicas)	Levantamento bibliográfico/ protótipo	teste de usabilidade 1	teste de usabilidade 2
ferramentas/ instrumentos	—	capacitação/ treinamentos	Pesquisa de Campo GODP	Entrevista/ Protocolo	Entrevista/ Protocolo

Fonte: Da autora

3.1 ETAPA 1 – CONSCIENTIZAÇÃO

A partir da revisão bibliográfica narrativa previamente realizada (descrita na fundamentação teórica) foi possível identificar processos gráficos aplicáveis ao desenvolvimento de imagens táteis considerando as formas de produção em larga escala. Esta etapa buscou a conscientização da pesquisadora com o objeto de estudo em questão. Para tanto, após a aprovação e autorização do estudo pelos autores do código *see color*, foram realizadas: entrevista informal para conhecimento aprofundado do caso estudado (código *see color*); workshops de capacitação sobre o código de cores e sobre a escrita braille.

3.1.1 Entrevista informal com autores do código

Foi realizada entrevista para levantamento de informações sobre código *see color* de forma não estruturada, considerando os tópicos a serem levantados:

- referências para construção do código;
- sua relação com o ensino das cores;
- sua aplicabilidade em imagens;

3.1.2 Treinamento para compreensão do uso do código *see color*

A pesquisadora participou de um workshop para compreensão da metodologia adotada no aprendizado das cores e do código propriamente dito. O workshop foi ministrado pela Dra. Sandra Marchi no Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da Universidade Federal do Paraná teve a duração de 5 horas, e contou com um aprendizado do material pedagógico desenvolvido neste laboratório. Este treinamento foi realizado para que a essa pesquisadora pudesse realizar os testes concomitantemente com a pesquisa, pois a aplicação dos testes realizados era interdependente com a compreensão do sistema de *see color*.

3.1.3 Workshop de escrita braille

Com o objetivo de compreender o processo da comunicação tátil, esta pesquisadora realizou o curso de braille na Biblioteca Pública do Paraná, totalizando 30 horas em 10 encontros, ministrado pelo professor Anastacio Braga, surgindo os primeiros contatos e conversas informais com pessoas com deficiência visual. Durante o curso foram desenvolvidas pela pesquisadora habilidades básicas de interpretação do código, e desenvolvimento da empatia com usuários, concomitantemente ao aprendizado do braille, assim como orientação e mobilidade do PCDV's e a diferenciação de cores de bengalas e contribuindo com as etapas seguintes da pesquisa.

3.2 ETAPA 2 - ESTUDO DOS PROCESSOS DE REPRODUÇÃO

Foram realizadas diversas visitas técnicas em gráficas e bibliotecas acessíveis. Foi realizado o primeiro contato com a gráfica DNA instalada no complexo do Instituto Dorina Nowill, em São Paulo – SP, maior gráfica acessível do mercado tiflográfico do país.

Visando identificar e selecionar os processos gráficos esta etapa foi composta por uma pesquisa de campo. Nesta fase foi realizado um mapeamento de gráficas e bibliotecas acessíveis e posteriormente realizada uma visita técnica nesses locais. Foram selecionadas as principais instituições considerando: a experiência na produção de materiais táteis, a disponibilização de obras táteis considerando o foco na reprodução de imagens táteis. Além da representatividade das instituições na área pesquisada optou-se, por uma questão de viabilidade logística, por selecionar instituições presentes nas cidades de Curitiba e São Paulo.

Após contato e agendamento com as instituições as visitas ocorreram entre os meses de setembro de 2017 até outubro de 2018, As instituições colaboradoras foram:

- Instituto Dorina Nowiil (São Paulo-SP)
- Biblioteca de São Paulo (São Paulo-SP)
- Museu do futebol (São Paulo-SP)
- Tecaassistiva (São Paulo-SP)
- Gráfica Corgraf (Colombo-PR)
- Adevipar (Curitiba-PR)
- Fontemell (Almirante Tamandaré-PR)
- Biblioteca do Centro Politécnico da UFPR (Curitiba- PR)
- Biblioteca Publica do Paraná (Curitiba- PR)
- Exposição “te empresto meus olhos” bpp (Curitiba- PR)
- Exposição “da fotografia á tactography” (Curitiba- PR)
- Exposição além do visível (Curitiba- PR)

As técnicas de coletas de dados utilizadas nas instituições foram visitas técnicas, conversas informais com participantes das exposições e com coordenadores das instituições (gráficas e museus), fotos e vídeos dos principais processos e obras.

Foram levantados os pontos com os principais tópicos a serem analisados: tipos de técnicas de impressão utilizadas nas instituições para tornar os materiais acessíveis e viabilidade de parceria para o desenvolvimento do material necessário para os testes da pesquisa. Os dados obtidos nesta etapa foram analisados de forma descritiva resultando em uma pesquisa do estado da arte dos materiais gráficos táteis que estão sendo produzidos em larga escala pelas maiores gráficas acessíveis do país.

3.3 ETAPA 3- DEFINIÇÃO DE IMAGENS E FORMAS DE APLICAÇÃO DO CÓDIGO

Nesta etapa buscou-se o desenvolvimento de uma representação gráfica tátil a qual pudesse incorporar o código *see color*. Para tanto, esta foi dividida em duas partes: seleção para imagens táteis (levantamento bibliográfico) que encontra-se no capítulo 2.4 e 2.5 desse trabalho e o desenvolvimento de imagem acessível, foram analisados os trabalhos de Silva (2008) Kennedy (1983) e Sacks (2003) Adam e Calomeno (2014). As pesquisas com imagens táteis, necessitam de tamanho que caibam nas mãos por isso foi selecionada a confecção de protótipos em folhas A4. Linhas gráficas contornando as imagens foram inseridas no protótipo com base na literature realizada. Muitas vezes as existem texturas definindo a área da imagem, no lugar dessa textura, há o código *see color*. Para a execução do primeiro teste optou-se pela utilização de formas familiares geométricas simples, com o intuito de criar a familiaridade com a leitura testada, visando a produção de protótipo para posterior avaliação (etapa 4).

3.3.1 Desenvolvimento de imagem acessível por meio da ferramenta GODP

Buscando o desenvolvimento de imagens táteis e considerando os processos de impressão para produção do material foi utilizada a ferramenta GODP (Guia de Orientação de Desenvolvimento de Projeto). Essa ferramenta está estruturada em 3 momentos (Inspiração, Ideação e Implementação), que vão desde a identificação de oportunidades, levantamento de informações, processo criativo e validação. Trata-se de uma ferramenta centrada no ser humano, essa ferramenta, desenvolvida a partir de literaturas de design, busca organizar e oferecer uma sequência de ações para que o design seja concebido de forma consciente.

Destaca-se que essa metodologia contempla adaptabilidade, e assim, pode sofrer ajustes, de acordo com a necessidade de cada projeto. (MERINO,

2016). Foram realizadas as 4 primeiras subetapas da ferramenta GODP: Oportunidades, Prospeção, Levantamento de dados e Organização e análise, (conforme pode ser visualizado na Figura 14), com o intuito de desenvolver os protótipos para a realização da imagens táteis.

Figura 13: Passos do GODP



Fonte: Da autora baseado em Merino (2016)

3.3.1.1 Subetapa de oportunidade (-1)

Assim, a subetapa -1 de oportunidade foi realizada a partir da definição do contexto, produto e usuários que possa se interessar pelo projeto gerado por meio da ferramenta, o estudo dos processos de reprodução existentes para a impressão tátil permitiram a delimitação das impressões existentes e acessíveis a pesquisadora, assim como o contexto necessário para a inserção dessa

tecnologia de cores em imagens táteis. Houve a identificação dos lugares frequentados pelos usuários, oportunizando o contato com o público alvo para a realização dessa subetapa. Foi realizado um levantamento dos processos a partir de visitas técnicas em gráficas acessíveis de referência conforme listado no estudo dos processos de reprodução .

3.3.1.2 Subetapa de prospecção (0)

A partir do primeiro contato com as empresas, na subetapa 0, ou etapa de prospecção buscou-se a viabilidade técnica por meio de parcerias com as instituições visitadas no estudo dos processos de reprodução (item 3.2) . *A coleta dessas informações tiveram o intuito de encontrar um processo que possui-se capacidade técnica de dispositivos de impressão para impressão do código see color e seus custos serem viáveis para a realização dos protótipos. Com o intuito de produzir e confeccionar o material com imagens táteis com o código de cores see color.*

3.3.1.3 Subetapa de levantamento de dados (1)

O momento de levantamento são realizadas as pesquisas de materiais para os testes que resultam na técnica gráfica selecionada que poderiam ser utilizada na produção de uma imagem com representação do código cromático de forma tátil. Os critérios utilizados foram construir um resultado de relevo satisfatório e com um custo acessível definindo o material mais adequado para a construção das formas táteis com *see color*. As instituições parceiras para a confecção de amostras foram empresa Fontmel (técnica de Hotfix), a Biblioteca do Centro Politécnico da UFPR (técnica de termofusão) e foram testadas as técnicas de impressão 3D e tinta acripuff no laboratório LABERG.

3.3.1.4 Subetapa de organização e análise dos dados (2)

Definida a técnica a ser utilizada para a aplicação do protótipo partiu-se para a organização e análise dos dados levantados. A revisão bibliográfica assim como no estudo de processos de reprodução para a construção da técnica mais adequadas de aplicação de relevos táteis em figuras bidimensionais. Os critérios para seleção foram: Identificação de formas geométricas básicas, predileção por espessura de linhas e quantidade de códigos dispostos em uma área com a técnica de impressão selecionada na subetapa anterior. Este protótipo foi construído para a primeira parte de um teste de usabilidade, ou seja, para verificar se o layout proposto está apto para contribuir na comunicação da informação tátil durante a interação dos usuários com deficiência visual.

3.4 ETAPA 4- TESTE DE USABILIDADE 1

Com os protótipos desenvolvidos a partir dos parâmetros da literatura e da ferramenta GODP, foi então desenvolvido um teste de usabilidade para verificar a preferência da aplicação do código, as imagens escolhidas foram das formas básicas e cores primárias. Os testes de usabilidade permitem que os usuários, por meio da utilização real do artefato, identifiquem a criticidade do modelo proposto.

Segundo Hix (1997), usabilidade é o conceito utilizado para descrever a qualidade da interação de uma interface diante de seus usuários. O autor considera que esta qualidade está associada, pelos os seguintes princípios: facilidade de aprendizado; facilidade de memorização de tarefas no caso de uso intermitente; produtividade dos usuários na execução de tarefas,^[11] prevenção, visando a redução de erros por parte do usuário; satisfação subjetiva do usuário.

Rubin (1994) afirma que o referido teste pode servir para diferentes propósitos que envolvem tipos de tarefas, medidas de performance e disposição de escalas, entrevistas ou inspeções a serem aplicadas, buscando encontrar problemas de usabilidade e fazer recomendações no sentido de eliminar os

problemas e melhorar a usabilidade do produto.

A norma ISO 9241 determina como usabilidade, a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas com efetividade, eficiência e satisfação.

Lakatos & Marconi (1990) afirmam que a técnica de entrevista consiste na obtenção de informações de um entrevistado sobre determinado assunto, podendo ser classificada como padronizada ou estruturada (roteiro previamente estabelecido) e despadronizada ou não-estruturada (sem rigidez).

Para esta pesquisa optou-se pela entrevista inicial, padronizada ou estruturada, com usuários inscritos no workshop *See Color*. O protocolo da entrevista (apêndice1) foi dividido em dois níveis: em um primeiro momento sobre informações pessoais dos entrevistados (questões 1 a 6) e em um segundo momento sobre a metodologia de aprendizagem de cores por pessoas cegas (questões 7 a 10). As perguntas foram validadas pela coordenadora da sessão de braille da Biblioteca Pública do Paraná (BPP) que participou de um pré-teste para a verificação do material e por uma especialista na área de usabilidade e design.

Foram previstas coletas de dados iniciais por meio de workshops com 10 usuários PCDV's para alaviar 4 variações de aplicações táteis de imagem com o código *see color* para a criação de imagens táteis finais com o código de cores *see color*, os testes foram realizados simultaneamente nos workshops do código de cores. Este evento foi desenvolvido pela equipe de pesquisa do grupo Laberg em parceria com a Biblioteca Pública do Paraná. O workshop ocorreu no dia 18 de maio de 2018.

3.4.1 Perfil dos participantes

O teste 1 de usabilidade foi realizado com um grupo de 10 pessoas, todas com deficiência visual. Optou-se por selecionar grupos com pessoas com deficiências visuais distintas, com o escopo de criar uma amostra heterogênea para o projeto visando às diretrizes do design universal, a dificuldade de identificar a cor por meio da visão, para obter uma análise da leitura do artefato proposto. Dos 10 usuários 6 possuíam cegueira total congênita e 4 cegueira adquirida, dentre eles 5 homens e 5 mulheres a maioria leitor de braille.

3.4.2 Protocolo do teste

O teste de usabilidade 1 consistiu em três momentos: Entrevista, Aprendizado do código *see color* e teste de usabilidade. Todos os testes foram realizados após o pesquisador ter lido o TCLE , Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e os participantes terem consentido e assinado.

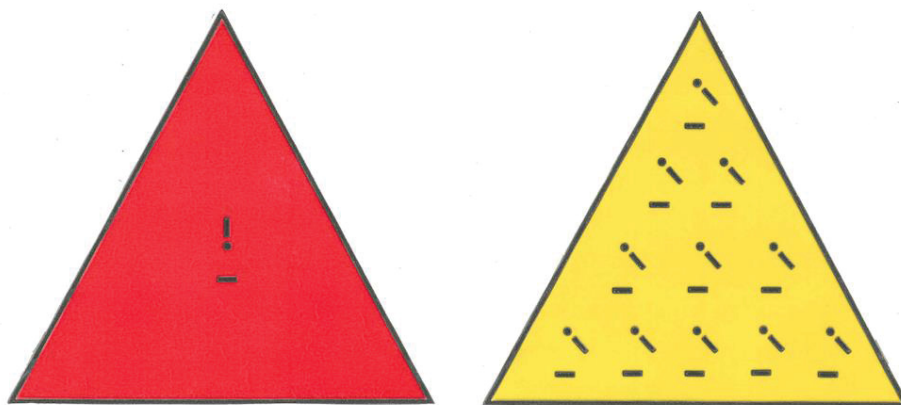
Lakatos & Marconi (1990) afirmam que a técnica de entrevista consiste na obtenção de informações de um entrevistado sobre determinado assunto, podendo ser classificada como padronizada ou estruturada (roteiro previamente estabelecido) e despadronizada ou não-estruturada (sem rigidez).

Para esta pesquisa optou-se pela entrevista inicial padronizada ou estruturada com usuários inscritos no workshop *See Color*. O protocolo da entrevista (apêndice1) foi dividido em dois níveis: em um primeiro momento sobre informações pessoais dos entrevistados (questões 1 a 6) e em um segundo momento sobre a metodologia de aprendizagem de cores por pessoas cegas (questões 7 a 10). As perguntas foram validadas pela coordenadora da sessão de braille da Biblioteca Pública do Paraná (BPP) que participou de um pré-teste para a verificação do material e por uma especialista na área de usabilidade e design.

3.4.2.1 Materias

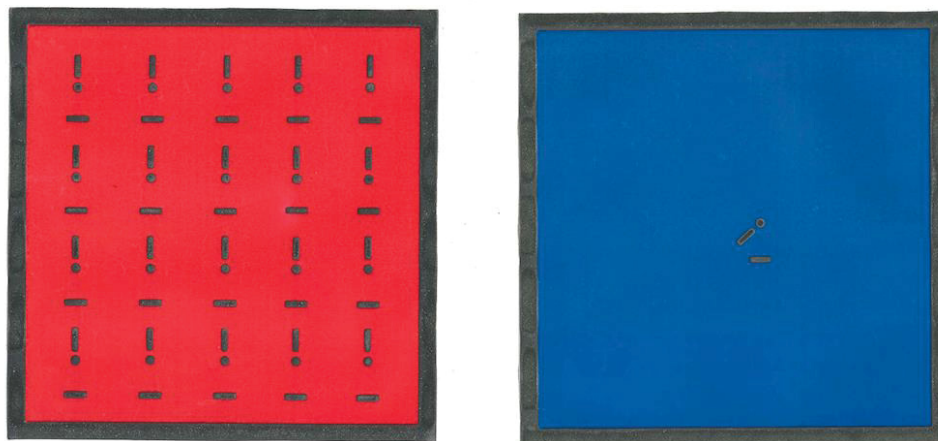
O teste de usabilidade consistiu em avaliar o reconhecimento da forma com ao *see color* aplicada em formas geométricas, foi realizado o grau de satisfação das formas em relação a espessura das linhas assim como a quantidade de códigos inserida na área delimitada. A quatro formas abaixo foram avaliadas pelos participantes para a avaliação do aprendizado. Foram realizadas perguntas referentes a predileção das formas para a melhor compreensão das imagens, as variações das formas em relação a linhas eram de 1mm ou 2,5 mm. Em relação a aplicação dos códigos era realizada a pergunta em relação as variáveis de aplicação dos códigos, sendo um código ou diversos códigos por área delimitada.

Figura 14: Teste para escolha de aplicação de códigos com linha finas



Fonte: da autora

Figura 15: Teste para escolha de aplicação de códigos com linha grossas



Fonte: da autora

3.4.2.2 Procedimentos

Foi realizada uma entrevista com 10 perguntas. Após a entrevista um treinamento com um material didático desenvolvido pelo laboratório LABERG relativo ao aprendizado do *See Color* foi apresentado por voluntários treinados pela desenvolvedora do código. O aprendizado foi realizado por meio do material pedagógico que apresentava a teoria da cor da forma tátil e sucinta. O aprendizado do material era de aproximadamente 20 minutos por participante. Após a identificação e assimilação do código foi aplicado o teste de usabilidade desenvolvido por meio da ferramenta GODP.

As respostas do teste de usabilidade 1 foram utilizadas para refinamento e aplicação em imagens com composição gráfica no teste de usabilidade 2, conforme descrito a seguir.

3.5 ETAPA 5 - TESTE DE USABILIDADE 2

Após os resultados do primeiro teste, foi possível obter os dados iniciais

que contribuíram para gerar imagens táteis com os códigos de cores a partir dos das preferências de aplicação relatados pelos usuários. Foram escolhidas duas obras de arte brasileiras para a aplicação do código em superfície tátil, gerando os resultados finais dos testes. Os layouts do segundo teste surgiram com base nos resultados do primeiro teste de usabilidade com a aplicação da predileção de linhas e quantidade de códigos aplicadas conforme a predileção dos usuários. O teste de usabilidade 2 foi composto por entrevista, aprendizado pedagógico do *see color* e apresentação das duas imagens táteis das obras selecionadas. Todos os testes foram realizados após o pesquisador ter lido o TCLE , Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e os participantes terem consentido e assinado.

3.5.1 Perfil dos participantes

Os participantes foram 10 pessoas, 4 com cegueira total adquirida, 4 com cegueira congênita e 2 com baixa visão. Dentre eles 6 homens e 4 mulheres a maioria leitores de Braille.

3.5.2 Protocolo do teste 2

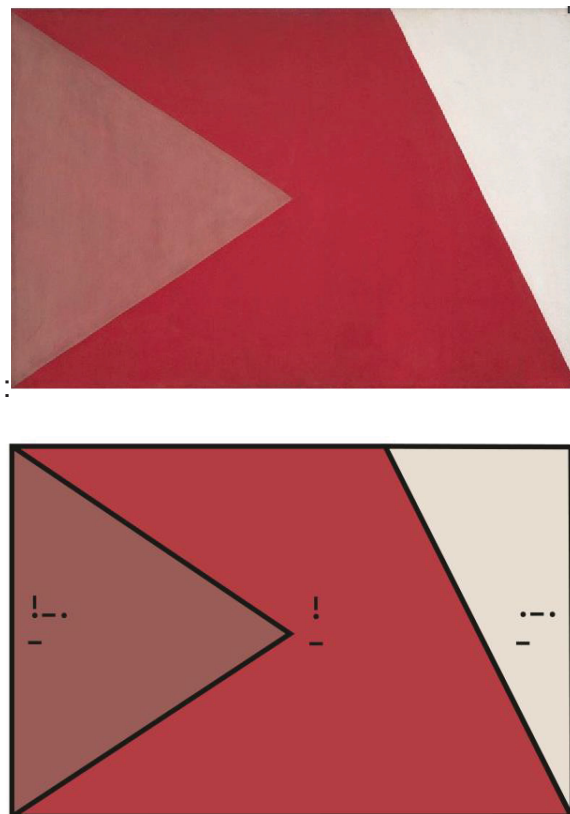
Foi realizada uma breve entrevista com 10 perguntas contendo dados pessoais e informação sobre cor, cotidiano e imagens táteis. Optou-se pela entrevista inicial padronizada ou estruturada com os usuários. O protocolo da entrevista (apêndice 1) foi dividido em dois momentos: em um primeiro momento sobre informações pessoais dos entrevistados (questões 1 a 6). Foi realizado o aprendizado do código *see color* por meio de material pedagógico. Foi feita a leitura tátil de duas imagens. E por fim foram realizadas perguntas sobre a aprendizagem de cores por pessoas cegas (questões 7 a 10). A entrevista realizada foi idêntica a entrevista do teste de usabilidade 1.

3.5.2.1 Materiais

Foram apresentadas duas imagens de obras de arte brasileiras

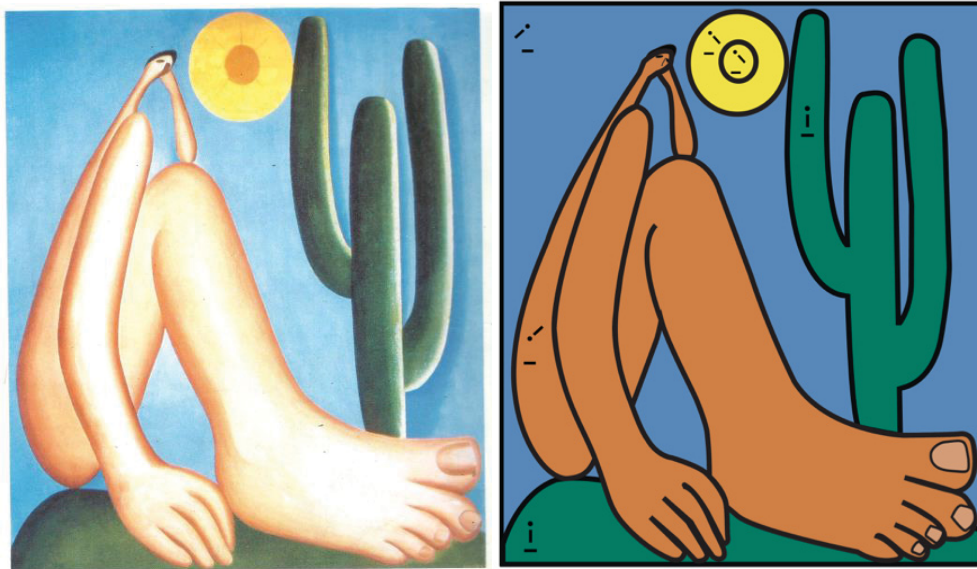
transformadas em imagens táteis, as obras escolhidas foram selecionadas visando aspectos de relevância cultural, assim como aspectos que as diferencie entre si, buscando uma obra de formas geométricas com cores básicas e uma obra de formas orgânicas: Obra sem título (1950) de Alfredo Volpi, considerado pela crítica com um dos artistas mais importantes da segunda geração do modernismo. Abaporu (1928) de Tarsila Amaral. Uma das principais obras do período modernista no Brasil. O teste descrito a seguir tem com base a interpretação de duas imagens de obras de arte de artistas brasileiros, as obras selecionadas para o experimento tátil foram:

Figura 16: Obra sem título (1950) de Alfredo Volpi e versão tátil adaptada



Fonte: <http://www.democrart.com.br/aboutart/artista/alfredo-volpi/> e da autora

Figura 17: Obras Abaporu versão tátil adaptada



Fonte: <https://www.culturagenial.com/abaporu/> e versão da autora

3.5.2.2 Procedimentos

Após a entrevista um treinamento com um material de aprendizado do *see color* foi apresentado pela pesquisadora. Após a entrevista um treinamento com um material didático desenvolvido pelo laboratório LABERG relativo ao aprendizado do *see color* foi apresentado pela pesquisadora. O aprendizado do material era de aproximadamente 30 minutos por participante. Após a identificação e assimilação do código foi realizado o teste de usabilidade. Após a entrevista, foi realizado a reconhecimento das formas e das cores aplicadas em duas obras de arte, ambas impressas no formato A4. Por fim foram realizadas duas perguntas finais sobre do teste. Após a aplicação da entrevista, e do ensino do código *see color* o teste de usabilidade 2 foi realizado com os entrevistados.

O objetivo principal do segundo teste é a identificação dos códigos nas formas das imagens. A partir das predileções de aplicação do código identificadas no primeiro teste de usabilidade foi realizada a aplicação do *see color* nas imagens selecionadas, a seleção das imagens se fez a partir da premissa de que a maioria dos usuários foi capaz de reconhecer figuras geométricas básicas. Foi então selecionada uma obra com composição de formas geométricas básicas para a identificação por meio de leitura tátil. Para a leitura da segunda obra foi selecionada uma imagem com formas orgânicas e com o desenho estilizado com o intuito de avaliar se seria possível que os usuários conseguissem identificar figuras orgânicas e uma figura humana estilizada por meio da leitura tátil. Após a conclusão dos dois testes de usabilidade os dados foram analisados e transformados em representações gráficas que são descritas no próximo capítulo de resultados assim como a análise de materiais para o protótipo.

4 RESULTADOS

Neste capítulo, estão apresentados os resultados obtidos no estudo de caso considerando as etapas 2, 3, 4 e 5 da investigação realizada por meio da pesquisa aplicada. Resultados da pesquisa dos estudos dos processos de reprodução, desenvolvimento de protótipo e dos testes de usabilidade serão abordados nesse capítulo. Inicialmente, será apresentada uma breve contextualização da pesquisa de campo que teve como ênfase as técnicas de impressão para esse público, bem como todo o processo de desenvolvimento de aprendizado em desenvolver as imagens táteis para a realização dos testes com o código *see color* inserido em imagens táteis.

O teste de usabilidade permitiu obter dados com os usuários, é apresentado a organização dos dados em forma de diagramas gráficos, relatos de melhorias sobre o projeto em forma de narrativas discursivas realizados pelos participantes para a aplicação do *see color* em imagens táteis.

O estudo da aplicabilidade e avaliação das imagens táteis com o código de cores *see color* foi realizada em com o *feedback* dos usuários que entraram em contato com o conhecimento dessa linguagem por meio das imagens táteis confeccionadas. As pesquisas teóricas e pesquisas de campo em impressão de imagens para pessoas com deficiência visual, foram de suma importância para que houvesse um repertório a respeito de acessibilidade em imagens táteis.

4.1 RESULTADO ETAPA 1 - O CASO ESTUDADO

O estudo de caso foi aplicado ao sistema de código *see color*. Este código foi desenvolvido de forma a ser semelhante com o sistema braille, (em tamanho milimétrico, cabendo em espaços de superfície bastante reduzidos), em um toque tátil as pessoas com deficiência visual podem identificar a cor de diversos objetos.

O código *see color* foi escolhido para o trabalho por ser um código desenvolvido no laboratório LABERG e possuir de contato direto com os desenvolvedores, possibilitando autonomia na pesquisa em relação aos direitos de propriedade intelectual. É também o único dos códigos avaliados na revisão de literatura que contém um projeto pedagógico consistente com base na teoria da cor, informando ao usuário como se estrutura a teoria, sendo um código de memorização, entretanto usando a lógica da própria teoria para a construção do aprendizado.

Atualmente a única forma universal da transcrição de cor seria o próprio braille que ficaria algo próximo da escrita e bastante extenso, como mostra o quadro a seguir:

Figura 18: cores escritas em tipografia, braille, see color

amarelo	⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠
verde	⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠
azul	⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠
vermelho	⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠
lilás	⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠
laranja	⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠
branco	⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠
preto	⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠

Fonte: da autora

Esta pesquisa visando a exploração do código em 2 imagens de obras de arte, buscou gerar um relevo adequado à impressão tátil que também permite a leitura da impressão legível às pessoas com visão.

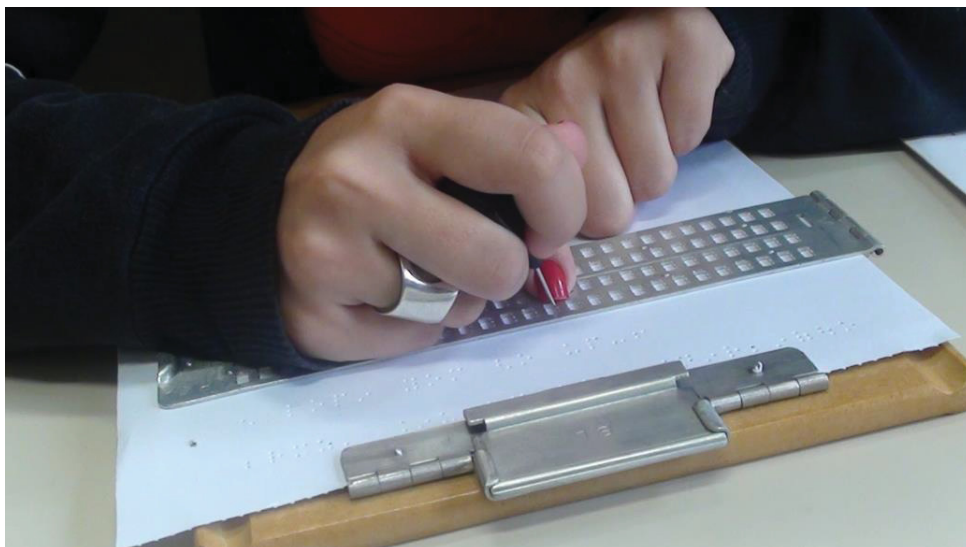
Os dados identificados na revisão de literatura, apresentados nesse capítulo, serviram de subsidio para o desenvolvimento da pesquisa, conforme descrição do método apresentado no próximo capítulo, sistemas de impressão para a realização do projeto serão apresentados, assim como a aplicação do código de cores See Color em imagens táteis.

4.1.1. Treinamento de escrita braille

Foi realizada uma pesquisa de campo na Biblioteca Pública do Paraná. Houve contato com diversos eventos do departamento de braille pela pesquisadora. Foi realizado o curso de alfabeto braille, totalizando 30 horas em 10 encontros. O curso foi realizado entre julho de 2017 até dezembro de 2017. O curso aborda um breve histórico do sistema braille. O Código braille na grafia: alfabeto, letras, acento, sinais, pontuação e outros. Disposição do texto braille: palavras, frases, parágrafos, textos. Simbologia: numerais e representações de operações e de datas. A leitura e escrita braille. Aspectos metodológicos relativos ao ensino do sistema braille. Transcrição, revisão, impressão em braille.

O aprendizado foi realizado com a técnica de reglete, um dispositivo amplamente utilizado devido ao seu baixo custo, facilidade de utilização e formato portátil. Estes materiais têm a função de grafar, em alto relevo, em uma folha de papel, os caracteres da escrita Braille. São compostos por: uma prancha de madeira retangular, uma régua dupla de metal e uma punção.

Figura 19: reglete e punção



Fonte: Foto da autora

O curso auxiliou diretamente nas pesquisas de estudo preliminares que ocorreram na rede RPDTA assim como permitiu que a pesquisadora entrasse em contato diretamente com os usuários para a realização dos testes de usabilidade, permitindo um feedback consistente das necessidades específicas do público PCDV.

4.1.2 Treinamento do código de cores See Color

O treinamento para o compreensão do funcionamento de sistema pedagógico *see color* possibilitou compreensão sobre o funcionamento tanto da aprendizagem sobre as cores (teoria das cores como base do *see color*) como sobre como ele deve ser lido tatilmente permitindo então o conhecimento dos usuários com o sistema.

O Sistema de Código *see color* é formado por um conjunto de símbolos em alto relevo criados para possibilitar a identificação das cores por meio da

percepção tátil. Cada elemento do código é constituído de um ponto central acompanhado de uma linha adjacente e um um breve espaço vazio entre eles. O traço horizontal que está abaixo de cada código indica a posição correta de leitura de cada símbolo. O sistema de código *see color* compreende as cores primárias, secundárias e as cores neutras preto e branco. As cores neutras são também indicativas de tonalidades escuras e claras.

Figura 20: Material didático do código “See Color”



Fonte: Da autora

O sistema de ensino pedagógico do See Color é composto de três peças que são uma ferramenta didático/pedagógica criada para auxiliar no aprendizado deste sistema de código de cores. As peças podem ser encaixadas, permitindo a representação simplificada do círculo cromático, facilitando o aprendizado das cores primárias, secundárias e das cores preto e branco. A partir do treinamento foi possível apresentar para os usuários o sistema pedagógico desenvolvido.

4.2 RESULTADOS DA ETAPA 2 - ESTUDO DOS PROCESSOS DE REPRODUÇÃO

Esta etapa teve como objetivo central o estudo dos possíveis materiais táteis existentes no mercado para o desenvolvimento de protótipos com aplicação do código cromático em imagens táteis. A descrição das instituições e processos identificados nas visitas técnicas são descritas na abaixo apresentando uma síntese dos processos de impressão, locais onde foram encontrados viabilidade para reprodução do see color, custo e materiais possíveis, podendo ser observado na figura abaixo, onde foi realizada uma breve análise e descrição de cada material:

Tabela 7: avaliação de materiais para prototipar *see color*

Pesquisa de Campo						
Tipos de impressão tátil	3D	UV	Acripuff	Emboss tiger print	Hot Fix	Termofusão
Onde foi identificado?	Da Fotografia á Tactography	Museu do Futebol CorGraf	Exposição Além do Visível	Dorina Nowiil Tecaassistiva Adevipar BPP	FontMell	Biblioteca UFPR Biblioteca de São Paulo
Viabilidade para aplicação do See Color	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Custo	Alto	Alto	Baixo	X	X	Baixo
Superfície de aplicação possível	PLA ABS	Papel Plástico	Tecidos Canvas	Papel Adesivo	Tecido sintético	Papel termofusor

Fonte: Da autora

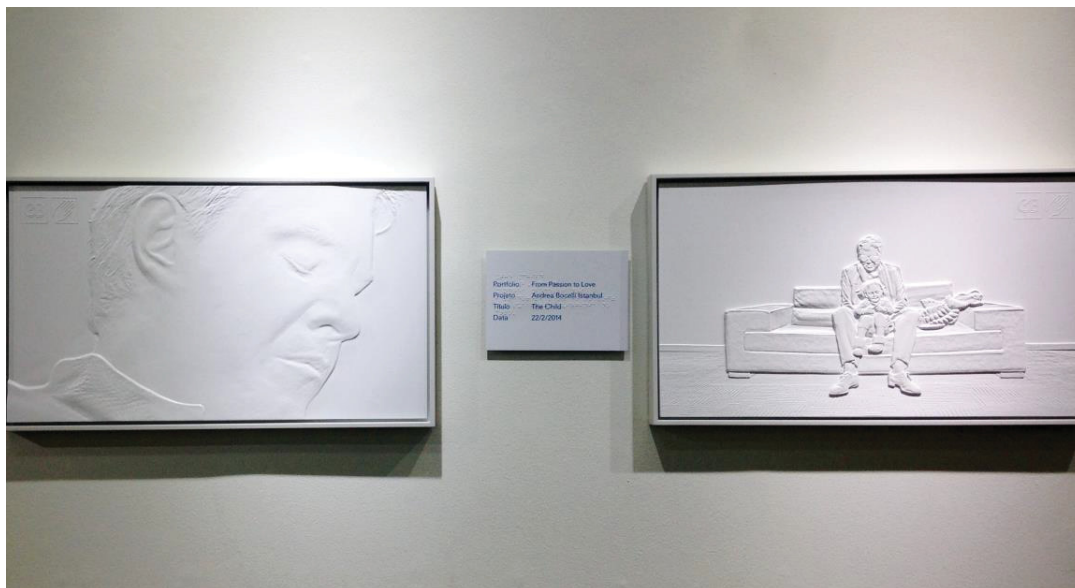
Os materiais possíveis para a impressão do *see color* foram a impressão 3D, Impressão UV, Tinta Acripuff, em impressão por termofusão, a seguir pode ser visto os resultados da pesquisa de processos encontrados com cada um desse materiais:

Impressão 3D

Em 17 de março de 2018 aconteceu a abertura da exposição “ De Fotografia á Tactography”, de Gabriel Bonfim. A exposição apresentou fotografias em 3D. O conteúdo das imagens eram de personalidades que o fotógrafo registrou o cantor cego Andrea Bocelli e o bailarino Denis Vieira. Gabriel Bonfim patenteou um sistema de impressão 3D que ele denomina de “Tactography TM”.

Depois de esculpir a Tactography TM em software de desenho assistido por computador a partir da fotografia original e a digitalização 3D adicional em várias etapas, o arquivo impresso (STL) será enviado para uma impressora STL. A litografia estéreo é um processo de manufatura aditiva que atua focalizando um laser ultravioleta (UV) na resina de fotopolímero. Como os fotopolímeros são fotossensíveis sob luz ultravioleta, a resina é solidificada e forma uma única camada da Tactography TM desejada. Esse processo é repetido para cada camada da foto, após a impressão, no fim da impressão uma tinta branca é aplicada. A figura abaixo foi extraída da exposição de Gabriel Bonfim:

Figura 21: Foto da exposição de fotografia a tactography



Fonte: Da autora

Impressão UV

Foi realizada uma visita a uma empresa na cidade de Curitiba que oferece o serviço de impressão UV sobre papel. Em visita técnica na empresa CorGraf foi possível observar que o trabalho é bastante árduo e alto custo em comparação aos demais processos listados. O processo funciona com a impressão do papel em jato de tinta e realizada uma aplicação de camadas de verniz localizado em forma de braille, para a identificação do material tanto para pessoas videntes como para pessoas PCDV's. Atualmente a gráfica relatou que possui algumas limitações nas questões de correções, por não serem uma gráfica exclusivamente acessível, realizando materiais impressos diversos, não possuem um funcionário cego responsável pela correção final do material este precisando ser verificado fora da gráfica, tornando o processo lento. Quando solicitamos um orçamento de pequena tiragem (10 peças) foi nos informado que

a gráfica trabalha apenas com grandes tiragens de material, não sendo possível realizar trabalhos pontuais como os testes.

Durante a pesquisa de campo ao museu do Futebol identificamos o mesmo processo sendo realizado no catálogo do museu. Com esse processo é possível fazer uma produção em série dos mais diversos tipos de produtos e torná-los híbridos utilizando o braile e a impressão em tinta em um mesmo material.

Figura 22: Catálogo do futebol



Fonte: da Autora

Acripuff

A exposição Além do Visível teve sua abertura no dia 23 de novembro de 2018 no Museu Rosa Cruz sala Francis Bacon. O projeto artístico “Além do Visível” foi idealizado tanto para quem enxerga e quer aguçar outros sentidos quanto para os cegos que podem explorar as obras. Realizado pela artista plástica, Nani Silveira, foi inspirado nas histórias de vida de integrantes do Coral Vozes de Angola, no qual todos são deficientes visuais, refugiados da guerra civil e, hoje, residentes em Curitiba, Paraná. O projeto tátil permite que os cegos interajam com o universo das artes visuais está no uso de diferentes materiais e formas, que permitem ao apreciador tocar contornos, relevos, investigar texturas e volumes que compõe a mostra.

Figura 23: Foto de exposição “Além do Visível”



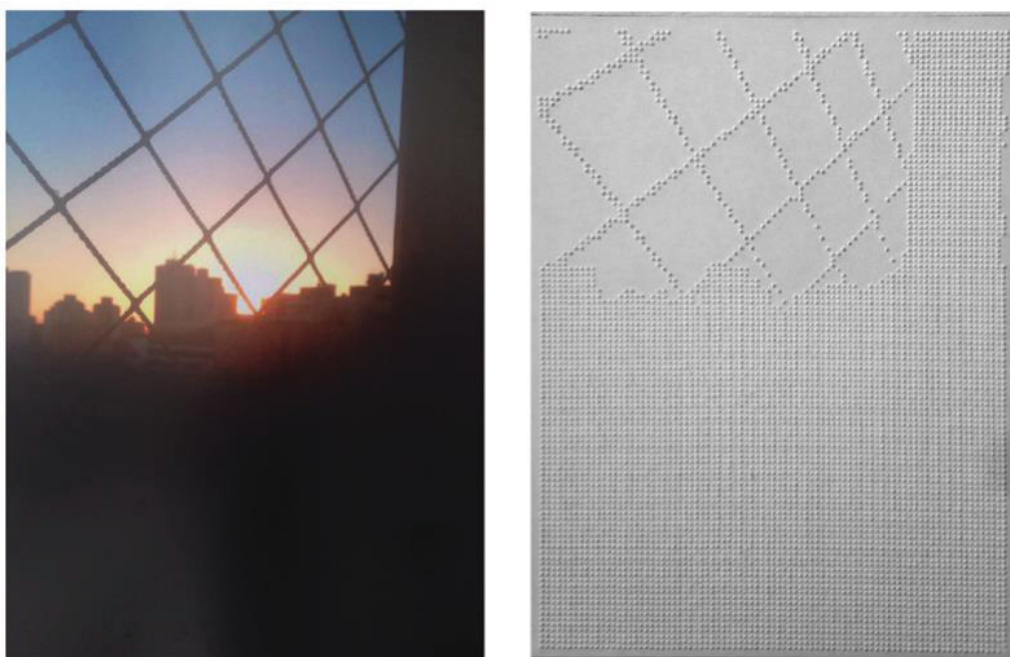
Fonte: da Autora

Emboss

Foram identificados três lugares onde este sistema era utilizado: Adevipar, Instituto Dorina Nowiil e Exposição "te empresto meus olhos".

A mostra da Bienal de Curitiba de 2017 realizou a abertura da exposição "Te empresto meus olhos" inaugurando a exposição no dia 21 outubro de 2017. As fotografias realizadas pelos alunos da oficina foram expostas em impressão comum e em 3D por meio de tiflografia em papel. Em entrevista informal com a coordenadora do núcleo de Braille da biblioteca, ela nos relata que as impressões são feitas na própria biblioteca por meio do software braille fácil, transformando as imagens em preto e branco e depois jogando no respectivo programa, este converte em relevos separando em partes escuras e claras, após essa edição as imagens são impressas em impressora braille.

Figura 24: Foto da exposição "te empresto meus olhos".



Fonte: Da autora

Ao realizarmos a visita técnica foi apresentado o código de cores para a responsável pela imprensa, foi então realizada uma visita com a pesquisadora para conhecer os equipamentos que são realizadas as impressões e a capacidade técnica do material desenvolvido. Os materiais são atualmente feitos exclusivamente no braille não podendo realizar formas além das pré programadas por impressoras emboss, que são impressoras que imprimem por meio de processo tiflográfico (fazendo sulcos no papel). Como o código *see color* possui outras formas como os traços, a viabilização da impressão não seria possível. A instituição possui a gráfica DNA que fornece serviços a terceiros, que atua distribuindo publicações em todo o território Brasileiro.

Tiger print (impressora tinta e emboss)

Em visita na empresa Tecaassistiva foi apresentada para o grupo de a Impressora braille e tinta Tiger Emprint é uma impressora de pequeno porte capaz de imprimir documentos em braille e tinta colorida simultaneamente em A4. Ela atende as necessidades dos usuários Cegos, através do Braille, dos de baixa visão através da impressão a tinta ampliada e das pessoas que enxergam pela impressão a tinta. Atende desenvolvedores de trabalhos gráficos devido a sua tecnologia de impressão de relevos variáveis em 8 níveis de altura. Seu custo é alto, chegando no valor de R\$38.000 reais.

Hot fix

Foi realizada visita na indústria Fontmel (Curitiba) para compreender e técnica de *hotfix*. Conhecemos a técnica de *hotfix*, *com consiste em* um adesivo termo colante que adere em superfícies têxteis que tenham sua composição sintética ou maior parte sintética É possível observar na figura abaixo uma sutil deformação no ângulo do material aplicado, tornando o processo também não muito fiel ao desenho original.

Figura 25: Impressão por termo colagem



Fonte: Da autora

Termofusão

A Biblioteca do Centro Politécnico da UFPR conta com o *projeto “Laboratório de acessibilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia: inclusão de pessoas com deficiência”*. Foi apresentada uma impressora fusora que imprime papéis especiais transformando impressões que são feitas em impressão comum transformando-as em impressões de alto relevo ou hápticas.

Em entrevista com a coordenadora do laboratório ela nos relata que: “A impressora térmica Braille Teca-Fuser é um dos equipamentos mais práticos do laboratório ela cria figuras em relevo diversas criando relevos no papel por meio de calor, os educadores podem então criar diagramas de forma simples e pratica,”

Figura 26: Impressora fusora



Fonte: da autora

Foi realizada a pesquisa por impressos na Biblioteca de São Paulo, quando questionamos a questão da impressão de figuras táteis na biblioteca duas possibilidades nos foram apresentadas, atualmente a BSP conta com voluntários que realizam desenhos manuais desenvolvidos com tinta em alto relevo a anexam aos arquivos da biblioteca e o segundo era a impressora por fusão térmica que “atende a demanda da biblioteca com bom desempenho” segundo o entrevistado.

4.3 RESULTADOS DA ETAPA 3- DEFINIÇÃO DE IMAGENS E FORMAS DE APLICAÇÃO DO CÓDIGO

Neste momento da pesquisa até a construção final dos protótipos, foram contemplados as 4 primeiras etapas da ferramenta GODP: oportunidades, prospecção, levantamento de dados e organização e análise.

Assim, a subetapa -1 de oportunidade foi realizada com a técnica dessa ferramenta, definindo o contexto, produto e usuários, como descritas no método, com visitas aos estabelecimentos e processos descritos no tópico anterior. Identificados os processos, foram estes listados e organizados, visando as oportunidades que contemplavam as necessidades das pesquisa, levando-se em consideração custo e viabilidade técnica para aplicação tátil. Após as visitas nas instituições selecionadas observou-se as possibilidades de parcerias com as instituições, assim como o contato com PCDV's por meio de parceriais para a avaliação prévia do protótipo. A coordenadora da sessão braille, após o conhecimento do projeto, auxiliou estes protótipos com o auxílio no desenvolvimento dos protótipos iniciais.

Na subetapa 0, ou etapa de prospecção buscou-se a viabilidade técnica por meio de parcerias realizadas na subetapa anterior com as instituições visitadas na busca de confeccionar o protótipo. As questões mais relevantes para essa parte do trabalho envolviam capacidade técnica dos dispositivos de impressão e seus custos para a realização dos protótipos. Com o intuito de produzir e confeccionar o material com imagens táteis com o código de cores *see color*. Os critérios utilizados foram construir um resultado de relevo satisfatório e com um custo acessível definindo o material mais adequado para a construção das formas táteis com *see color*. Os três processos que permitem a aplicação do código *See Color* foram: manufatura aditiva, tinta acrílica e impressão por termofusão. Após a realização das pesquisas de campo foi identificado que o processo UV e tiger print não atendiam a demanda do projeto por inviabilidade financeira e o processo emboss e *hotfix* não atenderia por inviabilidade técnica.

No momento de levantamento (ou subetapa 1) são realizadas as pesquisas aplicadas dos materiais para os testes que resultam na técnica gráfica que poderia ser utilizada na produção de uma imagem com representação do código cromático de forma tátil. Definidos os processos para a possível produção das imagens, foi realizada uma análise técnica com base em: custo, qualidade, acesso à técnica de produção e facilidade na utilização. Em seguida foram realizados testes de materiais, o teste consistiu em inserir o código nas

superfícies selecionadas, para a análise inicial da sua possível aplicação em imagens táteis. Após os resultados dos testes, foi possível obter a preferência do material que contribuiria da melhor forma para gerar imagens táteis com os códigos de cores a partir dos parâmetros de preferência de aplicação relatados pelos usuários. Foram então desenvolvidos protótipos nas técnicas de produção manufatura aditiva, tinta acrílica e termofusão para identificar qual seria o processo mais apropriado para reprodução da imagem tátil contendo o código de cores *see color*.

As pesquisas bibliográficas e empíricas relacionadas as imagens táteis apontaram comumente para o uso da impressão 3D por manufatura aditiva. Realizou-se então um teste com a impressora existente no laboratório LABERG para verificar a possibilidade de impressão de layouts de formas milimétricas como o braille. O braille foi escolhido para realizar uma avaliação precisa da possibilidade de leitura do material uma vez que o aprendizado do código *see color* não tinha sido realizado pela pesquisadora nessa fase do processo.

Este teste teve como objetivo principal avaliar a percepção tátil, foi elaborado uma matriz tátil em braille por meio de impressão 3D. A impressora 3D Disponibilizada no Laboratório LABERG foi o modelo *3D Cloner DH*. Trata-se de uma máquina de prototipagem por adição de material PLA ou ácido polilático. Derivado do milho e outros amidos renováveis, este material biodegradável é mais rígido e “pegajoso”, por isso é menos propenso a deformação. Os protótipos testados no estudo apontam uma dificuldade com irregularidades da leitura tátil do braille em impressão 3D, como pode-se observar como na foto abaixo:

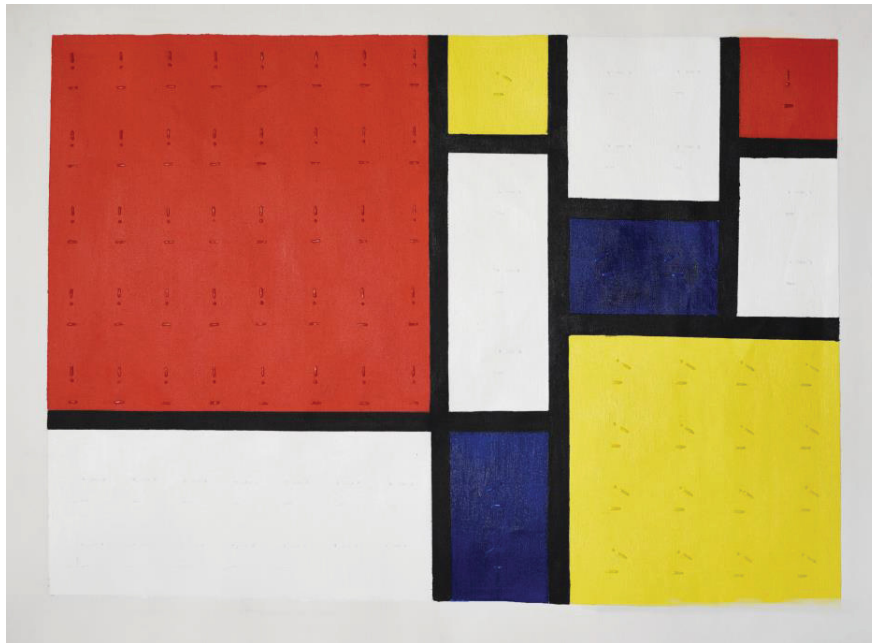
Figura 27: Fotos de Estudo Tátil Braille



Fonte: Da autora

Foi realizado o segundo estudo de experimentação do código em técnica mista puff sobre de tinta acrílica sobre tela. Primeiramente foi pintado uma tinta acrílica sobre a tela. Foram escolhidas formas geométricas para ser representadas com o código de cores inserido nas mesmas, foi realizada uma adaptação da obra de arte Untitled A (1897-1907) de Pieter Cornellis Mondrian, esta obra foi selecionada por sua simplicidade nas cores apresentando somente as cores primárias para estudos iniciais. No resultado foi percebido que Tinta Tecido e Pintura Textil Acripuff Acrilex não mostrou os mesmos resultados de quando aplicada em tecidos sem tinta acrílica. Os códigos aplicados com tinta puff mostraram irregularidade na amostra, e as tintas se comportaram com diferentes níveis de altura dependendo da cor aplicada e que inviabiliza a uniformidade da técnica:

Figura 28: Aplicação de tinta acrílica e puff em canvas, Untitled A, Mondrian



Fonte: Da autora

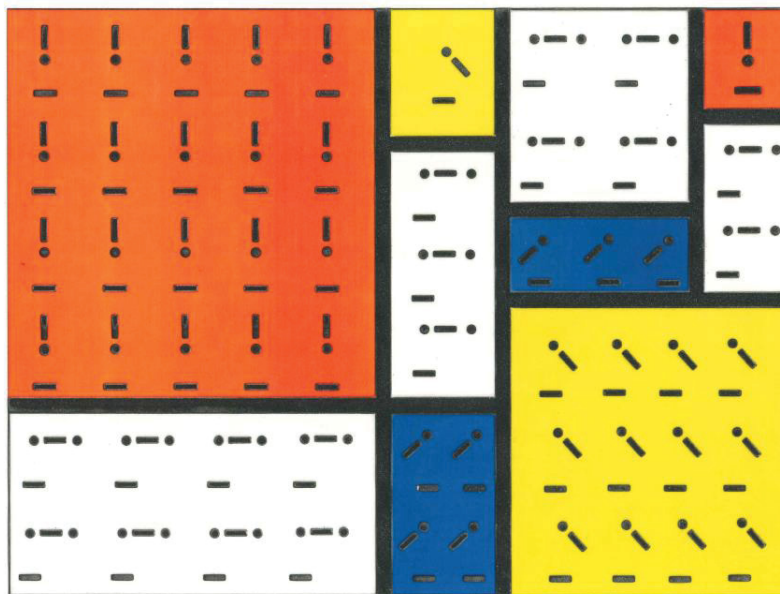
Para o teste de materiais de imagem tátil no sistema de termofusão foi realizado o primeiro ensaio preliminar com experimentação do código de cores na impressora térmica Braille Teca-Fuser.

O processo do desenvolvimento de layout se inicia com o desenvolvimento do desenho no software *adobe illustrator*, logo em seguida o arquivo é fechado em formato JPEG, em seguida é impresso em papel especial para a fusora, imprimindo a arte em uma impressora comum em jato de tinta. O Papel microcapsulado tem seu custo é do aproximado de R\$8,00 a folha. Em seguida usamos a impressora Teca-Fuser para criar o relevo dos códigos aplicados em uma imagem.

O desenvolvimento desse processo foi relativamente simples em relação a manufatura aditiva e ao processo de tinta-puff, o material foi então selecionado para a realização dos testes de usabilidade pois cumpriu com os pré-requisitos

de custo e rapidez e fidelidade de reprodução tátil, em relação aos outros processos.

Figura 29: Teste preliminar de aplicação em imagem



Fonte: Da autora

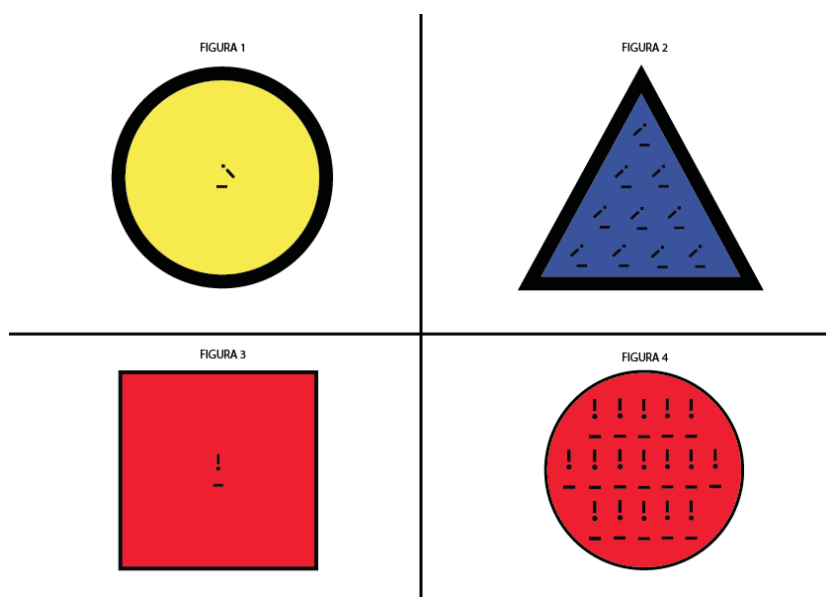
Os resultados desse momento da pesquisa possibilitaram a seleção do material que melhor reproduziu o código para o desenvolvimento da imagem tátil com a aplicação do *see color*.

Por fim foi realizada na fase de organização e análise dos dados, a realização dos protótipos em diversos materiais, pode-se registrar os melhores resultados obtidos para impressões finais levando à minimização do custo do serviço de suporte aos usuários.

O momento da subetapa 2 ou análise dos dados, foi realizada a avaliação por meio dos dados obtidos na subetapa 1, contemplando o estudo de materiais selecionados que forneciam suporte para a aplicação do código de cores *see color* em imagens táteis os materiais selecionados foram testados e avaliados individualmente pela pesquisadora, surgiram também o questionamentos iniciais

da aplicação dos códigos, como a quantidade de códigos necessários para a aplicação e como se delimitar a área com uma cor. Foram então gerado o primeiro protótipo, que contemplou formas geométricas e cores primarias com a aplicação do código *see color*

Figura 30 : Figuras para teste de usabilidade



Fonte: Da autora

Conseguindo um resultado de relevo uniforme e com altura e largura adequados para a identificação tátil e com um custo acessível em termofusão este protótipo foi realizado com o auxílio da Biblioteca do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná e da Apadevi Ponta Grossa.

4.4 RESULTADO DA ETAPA 4 - TESTE DE USABILIDADE 1

O teste de usabilidade 1 foi um teste relativo a verificação da aplicação do código em imagens. Este teste foi o responsável pelo embasamento do teste final para a aplicação do see color em imagens.

Após a aplicação da entrevista, e o ensino do código “see color” a primeira rodada do teste de usabilidade foi realizada com os entrevistados.

A entrevista respondida pelos participantes aponta que:

Figura 31: Gráficos referentes à entrevista



Fonte: Da autora

Foram realizados testes de usabilidade de aplicação do código *see color* em imagens geométricas (apêndice 2), foram realizadas perguntas referentes a predileção da quantidade de códigos na área delimitada e preferência por espessura de linhas finas (1mm) ou grossas (2,5mm). Foi identificada uma predileção por um código apenas inserido nas formas e por linhas grossas, conforme apontam os gráficos abaixo:

Figura 32: Gráficos do testes de usabilidade 1



Fonte: Da autora

Ao final dos testes foi realizada a seguinte pergunta: “Para finalizar, você tem alguma sugestão ou comentário sobre a sua experiência cromática?”. Dentre os relatos relavantes para o *feedback* da aplicação cromática que foram levantados nessa fase, abaixo encontra-se de forma dissertativa algumas questões relevantes ao uso do código:

O participante 1 um fala sobre tonalidade das cores existentes no mercado, e seus problemas com os nomes fantasias como “*vermelho sucesso*”, ela nos relata por já ter enxergado e perdido a visão na infância ainda tem a memória de como eram as cores, ela comenta que gostaria de poder identificar também as nuances para que pudesse escolher suas roupas ou adornos de forma coerente com o lugar onde vai. 1 comenta: “Por exemplo se vou trabalhar não quero usar uma cor gritante para ficar destoando de todo mundo.”

Por ser professora de braille, a participante 2 narra sobre sua experiência com a percepção tátil e comenta que muitos alunos mais velhos possuem mais dificuldade por não ter treinado o tato desde a infância. Ela comenta: “quando se

aprende a ler o braille nova como eu aos 7 anos, (quando perdi a visão), a percepção se torna bem aguçada”. Como especialista em neuropsicopedagogia em educação especial e inclusiva faz a ressalva que se todos os alunos, independente de possuir deficiência, deveriam aprender por todos os sentidos possíveis, para um aprendizado mais completo.

O participante 3 acertou 100% das cores nas formas, o participante se mostra entusiasta do código e comenta; “acredito que o código possa estar em todos os lugares assim como o braille, poderia estar nas roupas, nos objetos que eu toco, é bem relevante, atualmente a única forma autônoma para eu poder reconhecer cor é um aplicativo que uso o Eye-D mas ele lê a cor só em inglês e eu fico dependente do aparelho para a identificação”.

Todos os participantes relatam sobre a dificuldade de distinguir cores no dia a dia, informam que as soluções hoje disponíveis vem em grande parte das vezes da ajuda de terceiros ou de softwares com diversas limitações tecnológicas.

Com os resultados obtidos no teste 1 foi possível identificar os padrões de necessidade diária da informação de cores relatados pelos usuários, conforme apontamentos apresentados é necessário que a aplicação do código de cores *see color* seja pontal e unitária e com a ergonomia tátil de linhas de 2.5mm delimitando a área colorida.

4.5 RESULTADO DA ETAPA 5 - RESULTADOS DE TESTE DE USABILIDADE 2

Para essa pesquisa optou-se manter a entrevista com 10 perguntas com 10 entrevistados para o teste final de usabilidade. A idade média dos participantes foi de 40 anos, dos 6 participantes com cegueira adquirida ou baixa visão adquirida a média da idade de catábase foi de 20 anos e a idade média em que se aprendeu braille foi de 14 anos. A entrevista aponta que:

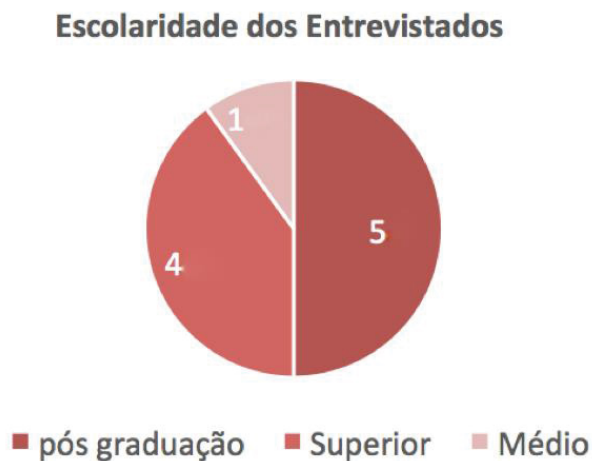
Figura 33: Gráficos referentes a entrevista



Fonte: da autora

Dos 10 entrevistados, 9 são ativos no mercado de trabalho, as profissões variam entre profissões voltadas para a inclusão como professor de braille, pedagogo especializado em inclusão, até profissões mais comuns como programador, contador, ator, filósofo, entre outras. Dos 10 participantes selecionados 2 deles participaram do primeiro teste de usabilidade. Alguns entrevistados mudaram radicalmente sua profissão por conta da deficiência como uma entrevistada nos comunica que após adquirir a cegueira. Dos 10 entrevistados 9 possuem curso superior e 4 desses 9 possuem pós-graduação como aponta o gráfico a seguir:

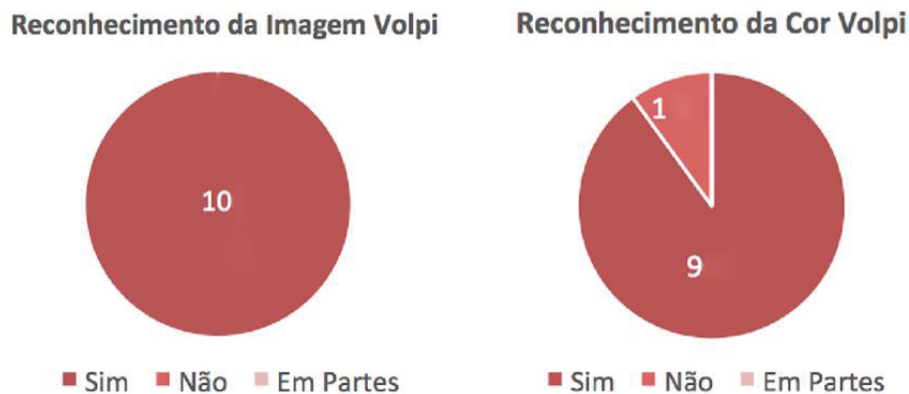
Figura 34: Escolaridade dos entrevistados



Fonte: da autora

Após a apresentação das duas obras em relevo, adaptadas para identificação tátil (obra “sem título” do artista Volpi e obra “abaporu” de Tarsila do Amaral) os participantes eram convidados a descrever a imagem e a cor que identificavam em cada imagem, sendo as possibilidades de identificação da imagem tendo três possibilidades na leitura: certas, erradas, ou acerto parcial (conforme apêndice 3). Em relação a imagem do artista Volpi, foi selecionada uma imagem geométrica simples (Figura 35) com três cores. Houve acerto na leitura desta imagem por todos os participantes nas perguntas realizadas sobre as formas da imagem e em relação a cor houve o acerto de 9 participantes desta imagem.

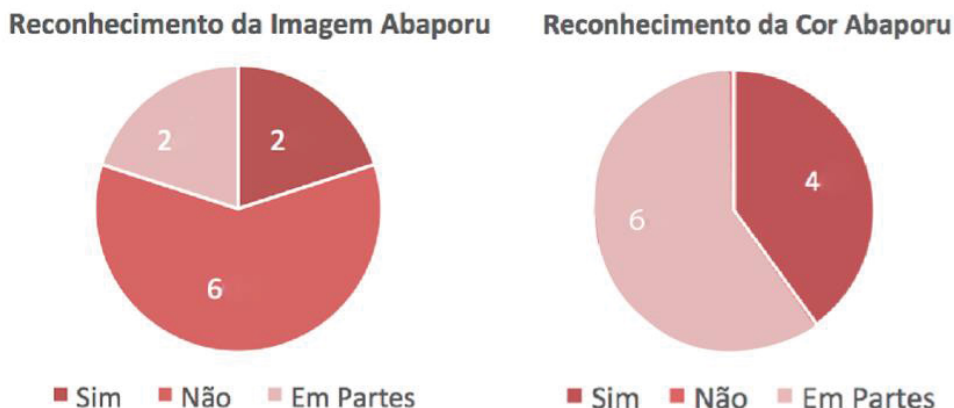
Figura 35: gráficos sobre leitura de “Sem Título” do artista Volpi



Fonte: Da autora

Na segunda imagem tátil testada, a obra Abaporu de Tarsila do Amaral mostrou uma maior complexidade tátil uma vez que apenas 2 dos participantes concluíram a tarefa com êxito e outros 2 conseguiram realizar uma leitura parcial da imagem. Em relação a interpretação da cor desta imagem 6 usuários conseguiram concluir com êxito a tarefa. Em relação a imagem do artista Tarsila, foi selecionada a imagem Abaporu sendo esta composta por 5 elementos gráficos: sol, cactos, céu, chão e figura humana estilizada, com 4 cores. Houve acertos parciais por 2 participantes na leitura desta imagem, 6 participantes não reconheceram a figura, nas perguntas realizadas sobre a cor em houve o acerto parcial por 6 e 4 acertos totais sobre as cores desta imagem, como pode ser observado na figura abaixo:

Figura 36: gráficos sobre Imagem Abaporu da artista Tarsila do Amaral



Fonte: Da autora

A interpretação para a queda de identificação de acerto nesta etapa pode estar relacionada tanto a frustração de não conseguir compreender a imagem, quanto com a questão da fadiga tátil, levado-se em consideração que a imagem (Figura 37) além de conter muitos elementos também possui uma alteração estilizada na representação da figura humana central, com pés e mãos desproporcionais em relação a cabeça e braços. Este elemento da figura, algumas vezes foi interpretado pelos usuários testados como parte da paisagem, podendo ser descrito equivocadamente como “uma montanha” segundo um dos usuários. Grande parte dos entrevistados tiveram facilidade de interpretar elementos como o sol, o céu e o cactos, que comumente alguns participantes decriviam como árvore.

Ao final do teste foram realizadas duas perguntas finais uma fechada e uma aberta. O pergunta fechada consistia em responder se a aplicação do elemento da cor é relevante nas imagens táteis, sendo as opções de resposta, sim, não ou parcialmente conforme Apêndice 3. Conclui-se com a resposta dessa pergunta a relevância de uma possível aplicação prática do projeto, podendo ser aplicado ao mercado editorial, de comunicação de obras em museus e de embalagens. Todos os usuários afirmam que as cores aplicadas

em imagens táteis são importantes e auxiliam no processo de reconhecimento das representações táteis.

Ao finalizar os testes foi realizada uma pergunta final da entrevista: “você acha que as cores aplicadas as imagens táteis podem ser úteis para o dia a dia das pessoas cegas?”

Diversos relatos foram compilados por meio do *feedback dos* usuários, avaliadores, abaixo encontra-se de forma dissertativa algumas questões relevantes ao uso do código:

O participante 4, não é leitor de braille prefere usar sistemas de *audiobook* para realizar leituras. O participante comenta alguns aspectos das imagens táteis: “Esta discussão da relação entre arte tátil parte de uma ideia interessante, será que isso é apenas uma adaptação de uma obra de arte? ou se este material poderia tentar passar também algum tipo de experiência artística? Isso gera um questionamento sobre o que é a arte visual para um deficiente visual né, seria uma tentativa de adaptação? Ou de experiência? Creio que este material que você está me mostrando é um modo de tornar acessível a arte. Porém como já enxerguei entendendo a arte visual como algo mais imediato, já na arte tátil, eu tenho que parar, pra construir a imagem é um processo mais lento, por exemplo, você vai em um lugar que tem esse quadro e bate o olho e automaticamente já vem uma série de coisas. Mas na arte tátil tem todo um processo. Uma forma de acelerar esse processo seria via áudio, mas é preciso tomar cuidado para não induzir o sentido das coisas”.

A participante 5 aprendeu braille com 6 anos, a participante comenta que ainda tem memória visual de algumas cores. Ela relembra sobre um livro da embrapa que comenta que esse possuía imagens táteis, também relembrou empolgada que frequentou quando criança uma exposição com esculturas de sucata que todos podiam tocar. A participante 5 comenta: “ *na faculdade de radio e TV tive história da arte, daí a professora falava de Monet e tal, mas eu não tinha nenhum material para entender, e faculdade é corrido né, daí não dava tempo de estender a matéria... alguns colegas descreviam como eram as imagens para eu ter uma ideia, mas as figuras mesmo para tocar como*

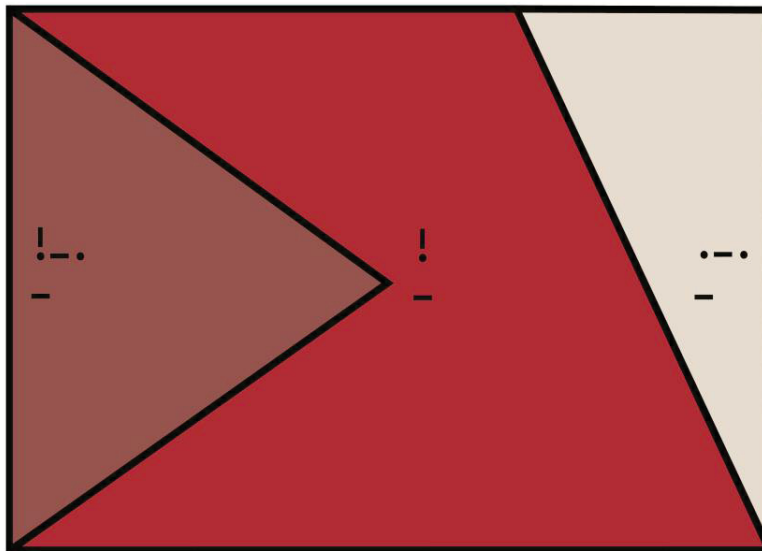
essas eu não tinha”.

O participante 6 fala um pouco sobre o seu problema de baixa visão, possui 10% de visão central mas possui uma visão periférica normal, e comenta que quando frequenta museus diversos, diz que as informações não são suficientemente grandes para que ele possa ler, ele comenta que as placas de sinalização poderiam ser maiores, embora consiga ver a maioria das imagens e cores embora precise de mais tempo. Ele não teve dificuldade para ver as imagens e cores, embora precise de mais tempo em frente a imagem do que uma pessoa com a visão saudável.

Dos 10 usuários entrevistados, 5 apontaram para uma possível solução de sistema multimodal de identificação de imagem, ou seja, sistemas que além das informações táteis possuam também informações por meio de descrição via audiodescrição. Assim como informações escritas para maior compreensão das imagens, estas podendo ser em braille ou em fontes ampliadas, favorecendo a compreensão para os diversos graus de acuidade visual.

Em relação às atividades relacionadas à leitura sem título de Alfredo Volpi:

Figura 37: Obra tátil de Volpi



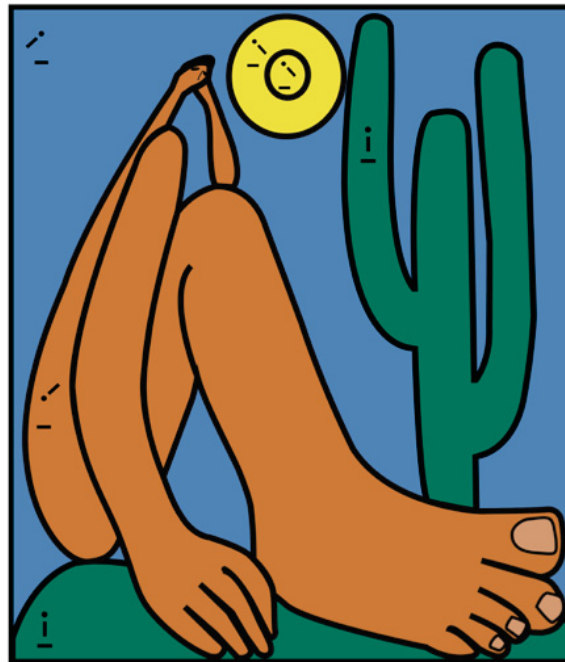
Fonte: Da autora

□□□□□□□□□□ dos usuários tateou rapidamente a imagem, a leitura é rápida descrevem com facilidade, sentem facilidade e intimidade com as formas, descrevendo-as com riqueza de detalhes.

- Todos os participantes identificam as cores da imagem, com facilidade descrevem as cores rapidamente^[11]_{SEP}, com um reconhecimento preciso do processo aprendido.
- Todos os entrevistados reconheceram as formas três formas da obra, sendo essas os dois triângulos e uma forma geométrica de cinco pontas.

Em relação às atividades relacionadas à leitura da Imagem Abaporu:

Figura 38: Abaporu versao tátil



Fonte: Da autora

A maioria dos participantes, buscando o reconhecimento, alguns buscam adivinhar o que tem nas imagens, falando várias possibilidades tentando adivinhar o desenho. Eles perguntam para a pesquisadora diversas vezes se acertaram algum elemento da identificação, alguns usuários apresentaram frustração no experimento e optaram por finalizar o teste antes da conclusão da leitura não descrevendo a imagem para a pesquisadora.

- Outros usuários optaram por tentar desvendar a imagem se estendendo com afinco na leitura levando um tempo significativo para fazer a leitura. Houve problemas no reconhecimento da imagem em relação à forma humana central da imagem.

- Apenas os participantes de baixa visão conseguiram concluir a tarefa de descrever com sucesso.

- A maior parte dos usuários conseguiram realizar a leitura da cor, 2 dos participantes argumentam de forma convergente, a sugestão da adição de uma legenda ou audiodescrição que acompanhe as informações das imagens táteis.

Entendendo-se que os códigos estão em posições corretas para o reconhecimento. Entretanto, é feita a inferência que possíveis fadigas relativas ao não reconhecimento da forma, foram possivelmente o fator impactante para a queda de acerto em comparação a figura que continha apenas formas geométricas.

A imagem da obra adaptada tátil “Abaporu” não foi facilmente reconhecida pelos usuários por possíveis questões relativas a estilização das formas táteis na obra. A forma da figura humana representada distorcida, infere-se que por meio de informações complementares de um sistema multimodal, essa interpretação pode ser acessada por pessoas com deficiência visual.

Ao final dos testes foi possível avaliar modelos reais de imagens táteis com o código de cores com pessoas com deficiência, o trabalho foi o primeiro projeto testando o *see color* uma vez que o código de cores ainda não havia sido inserido em materiais gráficos. A metodologia GODP foi utilizada para construir os protótipos para a aplicação do código de cores, foi adequada para organizar o processo da etapa de inspiração e de ideação.

Foi compreendido a aplicação do código em diferentes representações gráficas, desde a representação de formas com elementos geométricos simples até formas orgânicas, através da satisfação dos sujeitos participantes com a aplicação do código de cores. Inicialmente foram identificados os processos de produção de material tátil a partir do levantamento de informações da literatura e processos utilizados nas empresas gráficas e bibliotecas acessíveis. Foi selecionado o processo de produção de termo fusão para a impressão do material gráfico, pois esse permite a reprodução fiel do código de cores.

O texto escrito pode ser uma complementação de informação para narrar a imagem tátil, principalmente quando essas são passíveis de confusão como

por exemplo imagens de alta complexidade e grau de estilização elevado, onde foi possível observar um baixo índice de compreensão no caso da imagem “abaporu”. O suporte de texto em braille descritivo apresentando a imagem pode estruturar esta melhor compreensão no caso de um livro ilustrado por exemplo.

Por meio desta estruturação de método científico foi possível definir a aplicação do *código see color* em imagens táteis, o objetivo principal desta dissertação. A partir do *feedback* dos participantes conclui-se que a aplicação do *código see color* em imagens deve possuir as recomendações listadas abaixo:

- É de suma importância o ensino prévio do código de cores por meio do sistema pedagógico *see color* para a compreensão da teoria da cor, e dos respectivos códigos, podendo este sistema de aprendizado de cores ser utilizado por pessoas com deficiência visual e com visão normal sem restrições. O ensino deve ser iniciado pelas cores primárias, após o ensino das cores primárias, as cores secundárias poderão ser ensinadas. Essa forma de ensino gera uma compreensão das somas das cores pigmentos para um melhor aprendizado.
- Para uma representação fiel do código é de suma importância testar previamente o suporte que está sendo aplicado à impressão tátil. Existem diversos suportes como sistema de impressão emboss, impressão com verniz UV aplicado, termofusão, impressão 3D, hotfix, também existem sistemas manuais como a tinta acriapuff. A partir da escolha do tipo de suporte e técnica de impressão é importante verificar a necessidade de um técnico especialista para o desenvolvimento do material, ou de um maquinário específico para a representação fiel do desenho técnico.
- O código *see color* foi padronizado e necessita de uma altura mínima de 0,6 milímetros para que a leitura tátil da cor possa ser realizada conforme já testado. A medição de relevos táteis poderá ser realizada com

ferramentas de auxílio, como rugômetros, paquímetros ou mesmo réguas simples permitem analisar e verificar se os relevos estão de acordo com as normas, e mesmo se a disposição entre eles está adequada.

- No desenvolvimento das imagens é recomendado utilizar linhas grossas (mínimo de 2,5 mm preferencialmente) para a delimitação da área da imagem que receberá a informação da cor, nos testes de usabilidade realizados as espessuras testadas foram 1,5mm para linhas finas e 2,5mm para linhas grossas. Sendo preferido pelos usuários as linhas de maior espessura para uma interpretação das formas, como forma de alcançar resultados de maior precisão e agilidade tornando a leitura ergonômica para a pessoa com deficiência.
- Apenas um código cromático deve ser aplicado em cada área da imagem para facilitar o reconhecimento e não gerar fadiga nos usuários.
- Posicionar o código cromático preferencialmente no lado esquerdo e o na parte superior da imagem, dentro do possível. Isso pode facilitar a leitura uma vez que segue o padrão de leitura em braille de conhecimento de alguns usuários, além de ser um padrão usual de leitura na cultura ocidental (da esquerda para a direita)

As recomendações aqui descritas podem ser utilizadas em diferentes fases do desenvolvimento de imagens táteis no processo de design, presume-se que esse processo pode ser dividido em 4 fases: ensinamento prévio do see color, pré design, design da imagem e pós design, como mostra fluxograma:

Figura 39: Síntese da recomendação de aplicação

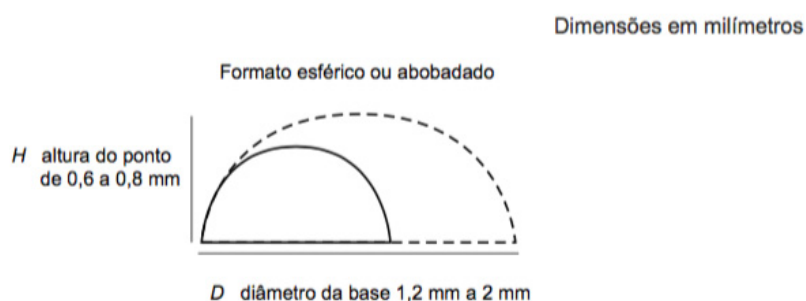


Fonte: Da autora

Em relação a complementação da informação tátil no processo de pós-design as recomendações indicadas conforme o feedback dos usuários são:

- Os usuários de baixa visão embora não tivessem dificuldade de compreender a imagem, fizeram ressalvas relevantes para um projeto genuinamente inclusivo, eles fazem a recomendação de fontes ampliadas para pessoas com baixa visão acompanhando a obra, como por exemplo o nome da imagem e o ano são informações que seriam de relevância tomando como exemplo uma revista ou exposição desenvolvida com um intuito de inclusividade e design inclusivo.
- Caso as imagens possuam informações escritas, como cartazes, ou uma necessidade de descritivo extra no caso de imagens estilizadas, recomenda-se a escrita em braille, com caracteres ou símbolos em relevo. Estas informações devem estar posicionadas abaixo deles. Para sentenças longas, deve-se utilizar o texto em braille, alinhado à esquerda com o texto em relevo. O ponto em braille deve ter aresta arredondada na forma esférica. O arranjo de seis pontos, duas colunas e o espaçamento entre as celas em braille devem ser conforme a figura abaixo.

Figura 40 :Dimensões do ponto braille



Fonte: NBR 9050 (2015)

- No caso de imagens complexas ou estilizadas disponibilizar informação complementar como audiodescrição ou mesmo braille , buscando auxiliar na compreensão não só da cor mas também da imagem.

O desenvolvimento de layouts universais ou híbridos que sejam funcionais para pessoas de visão normal e para pessoas com deficiência visual podem ser uma prática inclusiva e recomendável quando possível. Confeccionar imagens inclusivas para pessoas com visão utilizando imagens com *see color* e formas com linhas táteis para pessoas com deficiência visual é uma prática possível como foi percebido nas imagens geradas para essa pesquisa. Os traços que foram impressos em preto, tem essa característica visual por questões relativas a técnica escolhida a termofusão que estufa somente áreas pretas da imagem, se utilizássemos outras técnicas como verniz localizado UV seria possível camuflar os traços pretos com um verniz transparente e obter um resultado bastante harmônico para videntes, gerando o mínimo de intervenção na obra, quando vista por videntes, esses layouts universais são considerados relevantes para a diversas artes gráficas, como apostilas, livros inclusivos, representações de obras de arte, embalagens, entre outros.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo verificar de que forma o código de cores tátil *see color* pode ser aplicado em imagens táteis, as imagens táteis vêm sendo utilizadas pelos docentes para o apoio ao sujeito com deficiência visual em sua formação estudantil, tomando como base as pesquisas de estudo de caso realizadas. O referencial buscou mapear e conceituar a aprendizagem tátil e as técnicas aplicáveis no processo de imagens táteis.

O objetivo geral dessa dissertação foi **investigar a aplicação do código de cores *see color*, em imagens táteis, para o reconhecimento da informação cromática por pessoas com deficiência visual**, entende-se que esse objetivo foi atingido em conjunto de um apontamento para uma aplicação com demais elementos táteis, como o braille, para uma comunicação completa e inclusiva.

Em relação aos objetivos específicos, considera-se que a pesquisadora conseguiu atendê-los. A seguir, serão descritos em detalhes, contribuindo para a reflexão sobre a pesquisa realizada:

- **Identificar e selecionar processos gráficos que permitam a representação de imagens táteis com a aplicação do código de cores:** foram realizadas bibliográfica de literatura científica, assim como reuniões com instituições que atuam no mercado gráfico tiflográfico, foram visitadas as gráficas: DNA, a maior gráfica de acessibilidade para cegos do Brasil, assim como as empresas CorGraf , Adevipar , Fontemell, Tecaassistiva.

Definir imagens e aplicação do código cromático para construção de representação tátil no processo gráfico adotado : Por meio da definição de imagens e formas de aplicação do código, foi possível desenvolver protótipos que facilitem a leitura dos usuários, os usuários nos apontaram a melhor forma

de aplicação do código, a técnica de termo-fusão também se mostrou eficaz a partir dos resultados do primeiro teste.

- **Avaliar a aplicação do código cromático com usuários com deficiência visual, nas imagens táteis construídas:** 10 usuários contribuíram para a avaliação final do projeto, a pesquisadora identificou as facilidade e dificuldades dos participantes e potenciais apontamentos em futuros projetos.

A inclusão e as atitudes inclusivas no dia a dia e na educação, delimitam a conceituação deste caso estudado. A presente pesquisa apresentou-nos como pode ser possível aprimorar imagens acessíveis por meio da adição do elemento de informação da cor.

Segundo Amiralian, (1997) o procedimento de desenhos com sujeitos cegos é uma proposta inovadora para a área, rompendo com ideias de que a verbalização seria o canal de excelência de expressão para sujeitos PCDV's. Entretanto o uso de desenhos para cegos é um caminho a ser explorado , levantando parâmetros sobre a utilização adequada dessas imagens.

Pensando em uma educação inclusiva, lembrando aquilo com que Paulo Freire e Vigotsky contribuíram teoricamente em termos de uma educação pensada para a inclusão, é necessário o desenvolvimento de habilidades. Entendemos que algumas medidas podem ser inseridas, tais como: ampliação de pesquisas em relação à inclusão e ao uso das tecnologias assistivas e o desenvolvimento de cursos de formação continuada para a comunidade escolar, enfocando na aprendizagem de pessoas com deficiência visual amenizando os deficits dos materiais não visuais consequentemente aumentando a nível de informação que pode ser gerada para o aluno com deficiência.

Quando é solicitado aos cegos a identificação ou reprodução de desenhos feitos conforme padrões visuais, estão desrespeitando sua diferenças. Mas se considerarmos sua expressão gráfica como função de sua habilidade motora, ela poderá se tornar um canal de expressão de seu mundo

interno. Considerar as adaptações necessárias para a aplicação de desenhos para sujeitos cegos, auxilia a riqueza do procedimento na apreensão dos aspectos fundamentais da compreensão.

Gerou surpresa positiva o fato de muitos participantes relatarem a importância da tecnologia do código de cores *see color* para sua vida diária, grande parte dos usuários relataram interesse para a aprendizagem do código o que respectivamente facilitou o processo dos testes. Reconhecimento de formas geométricas básicas se mostraram de rápido aprendizado e estimulando a inserção da forma com cor para o aprendizado háptico. Iniciativas como essas podem contribuir para uma sala de aula inclusiva e para o despertar dos profissionais da impressão gráfica, artes visuais e educação para que novos rumos possam ser explorados como caminho para uma comunicação integral.

Negativamente, entretanto, foi a verificação da quase não utilização de imagens táteis em sala de aula, nenhum entrevistado relatou ter tido contato com imagens táteis nesse ambiente dando ênfase a importância da implementação de recursos facilitadores do processo de ensino e aprendizagem.

Através dos resultados das imagens do teste de usabilidade final, percebeu-se a necessidade de sistemas que complemente imagens de formas complexas e/ou estilizadas para que sistemas táteis possam ter suportes de informações preliminares em escolas e museus.

Em relação às limitações da pesquisa, pode ser apontado questões do ponto de contato entre a pesquisadora e os usuários, levando em consideração as particularidades de cada um, e suas necessidades divergentes, podendo supostamente ser supridas em projetos futuros, com a implementação de um sistema multimodal como suporte das imagens táteis com códigos de cores. A disponibilidade dos participantes para discorrer sobre o assunto com pesquisadora, bem como esclarecer dúvidas e validar ferramentas foi essencial para que a pesquisa pudesse ser realizada.

Destaca-se que a reflexão feita nessa pesquisa sobre a utilização

de metodologias e ferramentas com foco no design inclusivo e design centrado no usuário podem ser utilizada como base para futuros estudos do projeto que vem sendo realizado para implementação do código *see color*. A utilização do GODP, uma ferramenta de design centrado no usuário foi relevante para identificar melhorias nos serviços de comunicação para pessoas com necessidades especiais auxiliou para que o projeto fosse feito com ferramentas metodológicas voltadas para o desenvolvimento projetual, bem como contribuiu para que ficasse evidente a perspectiva dos usuários ao utilizar o serviço.

Acredita-se que a dinâmica do aprendizado de cores táteis quando feita de modo gradativo assim como o aprendizado do braille, possa oferecer uma experiência lúdica e prazerosa em relação ao reconhecimento de imagens com aplicação de cores. O dia a dia desse aprendizado difere-se dos testes, onde o aprendizado e a identificação necessariamente se fizeram de modo simultâneo. Ao traçar possíveis aplicações para o código *see color* em imagens propõe-se melhorias para o setor de desenvolvimento de imagens táteis, contribuindo para o projeto *see color* do laboratório de ergonomia e usabilidade da Universidade Federal do Paraná.

Por fim recomenda-se para estudos futuros a implementação de novas aplicações com o código de cores *see color* em outros materiais gráficos com imagens. Os testes futuros podem ser realizados com uma amostra mais heterogênea de deficiências visuais, podendo incluir além de usuários cegos e com baixa visão pessoas que tenham daltonismo, astigmatismo e miopia severa. Acredita-se que a pesquisa de técnicas e de materiais possa ser aplicada a novas tecnologias de impressão que permita a obtenção das características de relevo do *see color* em outras superfícies como plástico, vidro e metal.

6.REFERÊNCIAS

ADAM, Dominique; CALOMENO, Carolina. Metodologia de projeto para adaptação inclusiva de conteúdo literário para deficientes visuais: **Ação Ergonômica** Vol 9, número 1, 2014

ALMEIDA, MARIA CLARA, CARIJO, F.H., KASTRUP V. Por uma estética Tátil: sobre a adaptação de obras de artes plásticas para deficientes visuais. **Fractal**, revista de Psicologia, V.22 – n1, p. 85-100, 2010.

AMIRALIAN, Maria Lucia Toledo Moraes. **Compreendendo o cego**: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997. 321 p.

ARAÚJO, Manoel Deisson Xenofonte e SANTOS, D.M.S. , Fotografia Táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora **3D**. **Revista Brasileira de Design da Informação**, São Paulo. V12, numero 1, p.62-76, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ISO 9241-910** Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de Interação Visual. 2011.

BACKHAUS, W. G. K. Physiological and psychological simulations of color vision in humans and animals. In W. G. K. Backhaus, R. Kliegl & J. S. Werner (Eds.), **Color vision: Perspectives from different disciplines**, (pp. 45-78). Berlin: de Gruyter, 1998.

BATISTA, Cecília. G. Formação de conceitos em crianças cegas: Questões teóricas e implicações educacionais: **Psicologia Teoria e Pesquisa** . Revista Scielo, n. 1, vol. 21: 7-15, jan-abr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722005000100003&lng=en&nrm=iso>. Acessos em: 20 jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-37722005000100003>.

BATISTA, Rosana. D. **O que dizem os adultos cegos sobre o processo de ensino aprendizagem da leitura e da escrita**. 2012. 112 f. Mestrado em

Educação na Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba Biblioteca Depositária: Taquaral/UNIMEP.

BELARMINO, J. **Braille e Semiótica**: Um diálogo relevante. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt>>. Acesso em: 10 de junho 2016.

BRASIL. SDHPR - **Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência** - SNPD. Disponível em: <https://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>. Acesso em 06 dez. 2017

BRASIL. **Decreto n. 5.296**, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis n^{os} 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm . Acesso em: 27 ago. 2017.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015 . Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm Acesso em: 20 ago. 2018.

BRENDLER, Clariana Fischer et al, Recursos didáticos para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais, **Educação Grafica**, pag, 141, v.18, ano 2014.

BRUM, C.N. et al. Revisão narrativa de literatura. In: LACERDA, M.R.; COSTENARO, R.G.S. (orgs.). **Metodologias da pesquisa para Enfermagem e Saúde**: da teoria à prática. Porto Alegre: Moriá, 2016.

BULEY, Leah. **The User Experience Team of One**: A Research and Design Survival Guide. New York: Rosenfeld Media, 2013.

CARDOSO, Eduardo , Santos, Sérgio Leandro dos; Silva, Fábio Pinto da; Teixeira, Fábio Gonçalves; Silva, Tânia Luísa Koltermann da; Tecnologias Tridimensionais para acessibilidade em Museus, **Blucher Design Proceeedings**, pag. 444, Dezembro de 2014.

CASTRO AA. **Revisão sistemática e meta-análise** [citado 2016 mai 21]

Disponível em : www.metodologia.org/meta1.PDF

CLARKSON, J. **Human capability and product design**. Product Experience. Cambridge, UK, 2008.

CYBIS, Walter de Abreu. **Engenharia de usabilidade**: uma abordagem ergonômica. Florianópolis: Labiutil, 2003. 138p.

CUD - CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. **Universal Design**. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/project/design-projects/udi/center-for-universal-design>>. Acesso em: 11 set. 2014.

DURSIN, A.G. **Information design and education for visually impaired and blind people**. Procedia – Social and Behavioral Sciences 46, p.5568-5572, 2012.

FERREIRA, A. B. H. Aurélio século XXI: **O Dicionário da Língua Portuguesa**. 3. ed. Rev. ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FUNDAÇÃO DORINA NOWILL : **estatística da deficiência visual**
<<https://www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/estatisticas-da-deficiencia-visual/>> Acesso em: 02 Ago. 2017.

GALILEU, **Impressora 3D**: revista
<<https://revistagalileu.globo.com/Cultura/noticia/2015/11/impressora-3d-permite-que-deficientes-visuais-sintam-obras-de-arte.html>>

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa** . 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Hortência de Abreu. **Manual de metodologia da científica**. 2 ed. São Paulo: Avercamp, 2014.

HIX, Deborah, HARTSON, H. Rex. **Developing User Interfaces**, Ensuring Usability Through Product & Process. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1993. p. 3.

Kastrup, Virginia^[1]^[SEP]“SERÁ QUE CEGOS SONHAM?": O CASO DAS IMAGENS TÁTEIS DISTAIS **Psicologia em Estudo**, vol. 18, núm. 3, julio-septiembre, 2013, pp. 431-440 Universidade Estadual de Maringá^[1]^[SEP]

KENNEDY, John M. (1983) What can we learn about pictures from the blind? Blindpeople unfamiliar with pictures can draw in a universally recognizable outline

style. **American Cientist**, US, v.71; 19-26, jan-feb/1983

KOPS, C. E., & Gardner, E. P. (1996). Discrimination of simulated texture patterns on the human hand. **Journal of Neurophysiology**, 76, 1145–1165.

LAKATOS, E. M. & MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LIMA, F.J. Breve revisão no campo de sobre a capacidade de a pessoa com deficiência visual reconhecer desenhos hapticamente. In: **Revista Brasileira de Tradução Visual**, v.6, n.6, p. 15, 2011a.

LOOMIS, J. M., & LEDERMAN, S. J. (1986). Tactual perception. In K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P. Thomas (Eds.), **Handbook of perception and human performance**, Vol. 2. Cognitive processes and performance (pp. 1-41). Oxford, England: John Wiley & Sons.

MAGALHÃES, fernanda. o corpo performático de evgen bavcar. **revista de educação puc-campinas**, campinas, n. 16, p. 73-78, junho de 2004 .

MARCHI, sandra regina, **Código para a identificação de cores para pessoas cegas e com baixa visão**. Biblioteca Depositária, UFPR, 2018.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz, **GODP -Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos** Uma metodologia de design centrada no usuário. 2016.

MOLLON, J. . The origins of modern color science. In S. Shevell (Ed.), **The science of color**. (pp. 1-39). Oxford: Optical Society of America, 2003.

MONROY, C. B. Sistema Constanz. **Lenguagem Del Color para Ciegos**. Parnass. España, 2004.

MUSEU DO FUTEBOL: **acessibilidade**:
<http://www.museudofutebol.org.br/pagina/acessibilidade> [acesso em 20 fevereiro 2018]

NEIVA, M. **Sistema de Identificação de Cores para Daltônicos / Código Monocromático**. Dissertação (Mestrado em Design e Marketing) - Universidade do Minho, 2008.

NOGUEIRA, R. E. Mapas Táteis Padronizados e Acessíveis na Web. **Revista Benjamin Constant**, Edição 43, 2009.

NORMAN, D. A. **Design emocional**: Por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

NORWEGIAN DESIGN COUNCIL. **Innovating with people**: the business of inclusive design. Noruega: Norsk Designrad, 2010. 96 p.

OMS, Organização Mundial da Saúde. **Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. Lisboa: Direcção-geral da Saúde, 2004. Disponível em: < [h p://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF_port_%20 2004.pdf](http://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF_port_%202004.pdf) >. Acesso em: 20 Mai. 2013.

PIAGET, Jean. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro : Zahar, 1975.

PIAGET, Jean. **A construção do real na criança**. São Paulo: Ática Editora, 1996.

PIRES, F. N. **Código de Cor para Pessoas com Deficiência Visual** – caso de estudo com crianças dos oito aos dez anos de idade - FO.CO. Dissertação (Mestrado em Design do Produto), Faculdade de Arquitectura Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

REGO, T. C. **VYGOTSKI**: Uma perspectiva histórico-cultural da educação. 5. ed., etrópolis: Vozes, 1995.

REPETA Vyacheslav, SENKIVSKY Vsevolod, PIKNEVYCH, Sergiy - **Calculation of the importance of quality factors in braille application process on labels by screen Uv-varnishes** - Journal of Graphic Engineering and Design, Volume 5 (2), 2014

ROMANI E., HENNO J.H, MAZILLI S.T.S, Reflexões acerca das técnicas de construção de imagens táteis encontradas em museus e possíveis caminhos<sup>[L]
[SEP]</sup>. **7th Information Design International Conference**, n. 2, vol.2 pag. 332-341, Setembro de 2015.

RUBIN, Jeffrey. Handbook of Usability Testing: How to Plan, **Design and Conduct Effective Tests**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1994. 330 p.

SACKS, O. 2003. **Um Antropólogo em Marte** – sete histórias paradoxais. São Paulo: Companhia das Letras.

SACKS, Oliver. **O olhar da mente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SAFFER, Dan. **Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices**. Berkeley: New Riders, 2007.

SANCLEMENTE, José Manuel Hernández. **Comunicação Tátil para todo público: Sistema BRAILLE usando verniz relevo acrílico de secagem ultravioleta (UV) impresso junto com texto e imagens em tinta**. 2011, Mestrado em Engenharia Mecânica , Biblioteca Depositária: UTFPR. DATA

SANTOS, G. H. O. **Uma Leitura da produção de significados de pessoas com deficiência visual para a geometria**. 2006. 157p. Dissertação (Mestrado em Geometria) - Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006. p. 03-05.

SANTOS, J.S.[et al.].: **Protocolo Clínico e de Regulação para Dificuldade Visual em Adultos e Idosos**. Elsevier, Rio de Janeiro, 2012.

SCATOLIM, R. L.; LANDIM, P. C. A comunicação de embalagens de produtos alimentícios para deficientes visuais. **Revista Educação Gráfica**, Bauru-SP, Edição Especial, p. 101-114. 2009.

SEED -MEC. **Secretaria de Educação Especial** – Ministério da Educação. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-especial-sp-598129159>. Acesso em: 20 fev. 2018.

Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, 2009. **Tecnologia Assitiva**: Disponível em <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva> [acesso em 29 novembro de 2018]

SILVA, M. DEL P. C. Imagem tátil: **una representación del mundo**, 2008. Universitat de Barcelona - Facultat de Belles Arts. Disponível em: <h p://www.tdx.cat/bitstream/10803/1380/1/MPCS_TESIS.pdf>. Acesso em: 16 Dez. 2013.

SMITH, D. W.; SMOTHERS, M. S. The Role and Characteristics of Tactile Graphics in Secondary Mathematics and Science. **Journal of Visual Impairment & Blindness, Arlington** - EUA, v. 106, n. 9, p.543-554, Sep. 2012.

SOBRAL, João Eduardo Chagas; et al 'Ver com as mãos': a tecnologia 3D como

recurso educativo para pessoas cegas. 2015. In: **ERGODESIGN - congresso internacional de ergonomia e usabilidade de interfaces humano-tecnologia**, 15o, 2016, Recife, PE. Anais do 15o Ergodesign. Recife, 2015.

SOUSA, J. B. O que percebemos quando não vemos? **Fractal: Revista de Psicologia**, v. 21 – n.1, p. 179-184, 2009.

SOUSA, J. B. O Sistema Braille 200 anos depois: apontamentos sobre sua longevidade na cultura. **Revista Benjamin Constant**. Rio de Janeiro, ano 20, edição especial, p. 92-103, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fractal/v21n1/14.pdf>. Acesso em 22 maio 2018.

TURECK, L.T.Z. – **Deficiência, Educação e Possibilidades de Sucesso Escolar: Um Estudo de Alunos com Deficiência Visual** - Tese de mestrado em Educação –UEM - março de 2003

UKAAF, U. A. for A. F. (2012). **Describing images**: General principles Guidance from UKAAF. UK Association for Accessible Formats (UKAAF). Disponível em: <<http://www.ukaaf.org/formats-and-guidance#accessible>>. Acesso em: 25 Mai. 2013.

VEET Vivarta, coordenação. **Mídia e deficiência** – Brasília: Andi ; Fundação Banco do Brasil, 2003.

VENTORINI, S. E. . **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual / Silvia Elena Ventorini**. – Rio Claro: [s.n.], 2007. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas

VENTORINI, S. E; SILVA, P. A.; FREITAS, M. I. C. **Cartografia Tátil: Teoria e Prática**. São João Del-Rei: Ministério da Educação, 2015. p. 93-116. Disponível em: <<http://www.ufsj.edu.br/>>. Acesso em: 08 agosto 2016.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 1993.

VIGOTSKY, L. S. **Obras escogidas III**: Problemas del desarrollo de la psique. Madrid: Visor distribuciones, 1995.

VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

World Report on Disability,
http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/en/ [11]
[SEP]

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** / Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi - 2.ed. -Porto Alegre : Bookman, 2001.

APÊNDICE 1

Entrevista 1

Nome: _____

1 possui telephone para contato? _____

2- qual a sua idade ? _____anos

3 - Sexo: () Fem. () Masc.

4 - Grau de instrução: () Fundamental () Médio () Superior () Pós-Graduação

5- A sua limitação visual é: () Total (de nascimento) () Total (adquirida) () parcial

6- (caso não congênita) Com que idade você adquiriu deficiência visual ou cegueira?

7-Você sabe ler braille? (caso sim) Com que idade aprendeu braille?

8- Você conhece cores? (caso sim) Como você consegue distingui- las ?

9- Acredita que aprender sobre cor pode ser útil no seu cotidiano? (caso sim) em que situação ou produto poderia ser útil?

10-Você já teve contato com imagens táteis?

APÊNDICE 2

Teste de usabilidade 1 (Teste de identificação de código em formas)

FORMA 1 Circulo amarelo linha grossa e com um código:

Você consegue identificar está forma? () certo () errado

Você consegue identificar está cor? () certo () errado

FORMA 2 Triângulo azul linha grossa e com vários códigos:

Você consegue identificar está forma? () certo () errado

Você consegue identificar está cor? () certo () errado

FORMA 3 Quadrado vermelho linha fina e com um código:

Você consegue identificar está forma? () certo () errado

Você consegue identificar está cor? () certo () errado

FORMA 4 Circulo vermelho linha fina e com vários códigos:

Você consegue identificar está forma? () certo () errado

Você consegue identificar está cor? () certo () errado

Sobre as linhas das formas, você prefere elas grossas ou finas?

() grossas () finas

Sobre as cores das formas, você prefere elas com um código ou muitos códigos?

() um código () muitos códigos

APÊNDICE 3

Teste de usabilidade 2 (aplicação do código de cores em imagens)

1. Abaporu é uma pintura a óleo da artista brasileira Tarsila do Amaral de 1928. É uma das principais obras do período movimento modernista no Brasil

a. Pode descrever a imagem para mim? Identificação () sim () não () em partes

b. Você consegue identificar os códigos na imagem? () sim () não () em partes

Pode mencioná-las para mim?

2. Alfredo Volpi, foi um pintor italiano, naturalizado no Brasil considerado pela crítica com um dos artistas mais importantes da segunda geração do modernismo este trabalho abstrato não possui título e é do ano de 1950:

a. Pode descrever a imagem para mim? Identificação () sim () não () em partes

b. Você consegue identificar os códigos na imagem? () sim () não () em partes

Pode mencioná-las para mim?

3. Você considera as cores importantes para as imagens táteis?

() sim () não () em partes

4. Para finalizar, você tem alguma sugestão ou comentário sobre a sua experiência e se você acha que as cores aplicadas as imagens táteis podem ser úteis para o dia a dia das pessoas cegas?

APÊNDICE 4

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Nós, Gisele Yumi Arabori Ribeiro e Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto pesquisadoras da Universidade Federal do Paraná, estamos lhe convidando a participar do um estudo de tecnologia assistiva A fim de configurar um material de apoio para o Programa de Pós-Graduação em Design, a fim de auxiliar cidadãos portadores de deficiência visual no auxílio a inclusão e desenvolvimento de informação tátil afim de desenvolver uma que promova o desenvolvimento e aprimoramento de embalagens acessíveis . Dessa forma, a pessoa cega será estimulada a desenvolver autonomia nos exercícios de representação gráfica tátil de objetos tridimensionais do seu cotidiano e facilidade a abertura para acesso ao conteúdo da mesma.

a) O objetivo desta pesquisa é: propor diretrizes, baseadas no Design da Informação e no design de embalagens, para a construção de Objetos que auxiliem as pessoas com deficiência visual na representação gráfica de objetos tridimensionais por meio da leitura tátil.

b) A pesquisadora Gisele Y.A. Ribeiro fará uma entrevista com os usuários cegos, os quais poderão ter acesso a esses documentos de forma adaptada, caso o participante desejar. A responsável por este estudo poderá ser contatada pelo telefone 41.991421243 e e-mail gisele_yr@hotmail.com para esclarecer eventuais dúvidas que os entrevistados possam ter e fornecer-lhe as informações antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

c) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

d) As informações relacionadas ao estudo poderão ser divulgadas em relatório ou publicação, entretanto isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade. não aparecerá seu nome, e sim um nome fictício ou código. A entrevista será gravada, respeitando completamente o seu anonimato. Tão logo transcrita a entrevista e encerrada a o conteúdo será desgravado ou destruído.

e) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas apenas por pessoas autorizadas do programa PPG Design orientadoras da pesquisa como a professora Dra. Maria Lucia Ribeiro Okimoto.

f) As despesas necessárias para a realização da pesquisa, não são de sua responsabilidade e sua participação no estudo é voluntária e não remunerada.

Rúbricas:
Participante da Pesquisa e /ou responsável
legal _____
Pesquisador Responsável _____
Orientador _____ Orientado _____